Festschrift

dem Andenken an

Heinrich Burckhardt

zur 100. Wiederkehr seines Geburtstages

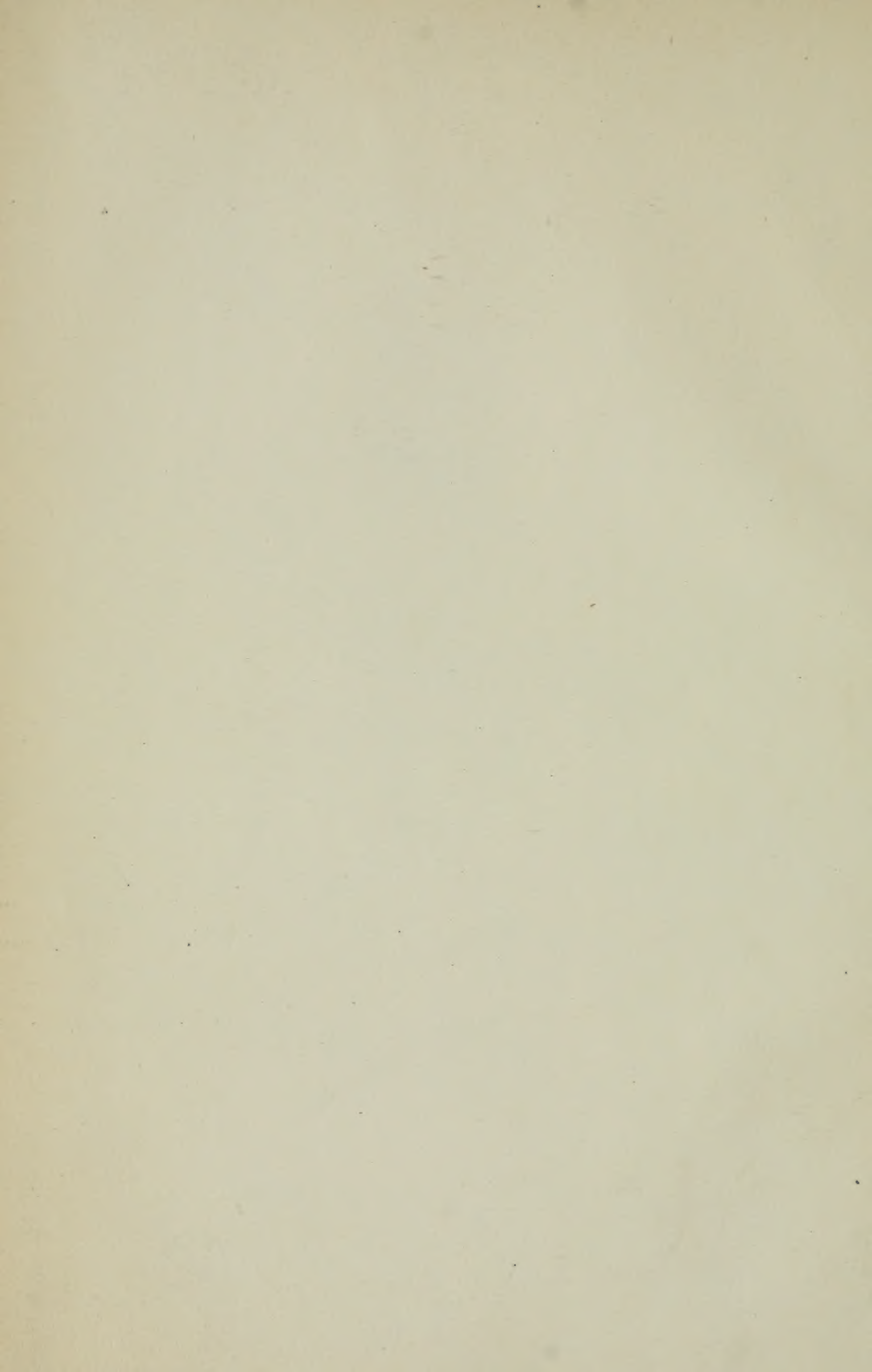
gewidmet von den

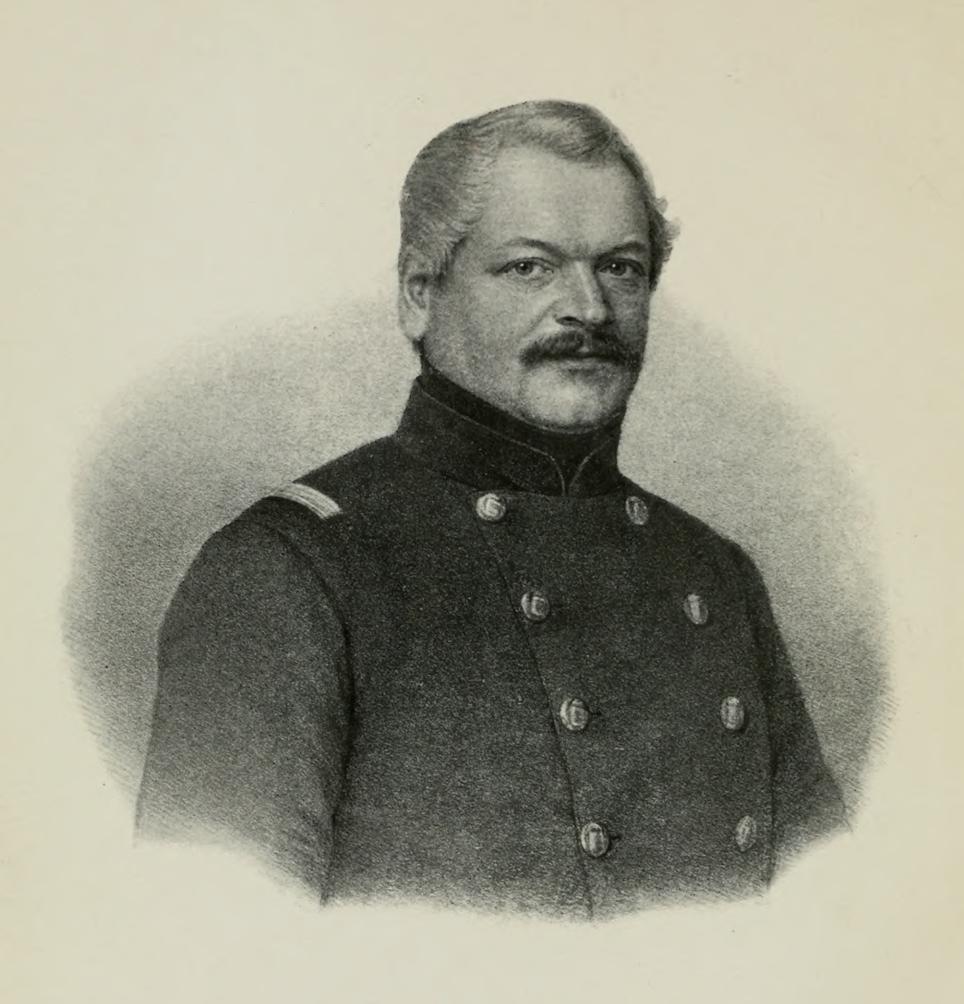
Dozenten der Kgl. Forstakademie Münden

1811 26. Februar 1911

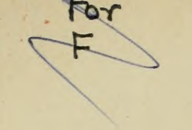








Heinrich Burckhardt



Festschrift,

dem Andenken an

Heinrich Burckhardt

zur 100. Wiederkehr seines Geburtstages

gewidmet

von den

Dozenten der Kgl. Forstakademie Münden.

26. Februar 1811—1911.

Berlin 1911.
Verlagsbuchhandlung von Julius Springer.

Erscheint zugleich als
„Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen", 1911, Heft 3.

Inhalts-Verzeichnis.

Heinrich Burckhardt.

Auf unserm deutschen Waldgrund wächst allerlei Holz: Nutzholz, Brennholz, edle Holzarten, Weichhölzer, Wild- und Raumholz. Das beste, was durch das ungestörte Walten der Natur geschaffen ist und sich vor anderem durch Größe, Stärke, Schönheit auszeichnet, ist ein Gegenstand menschlicher Bewunderung, wird als ein Naturdenkmal geehrt. Individuelle Veranlagung, glückliche Umstände und Alter sind die Voraussetzungen der Entstehung, die Seltenheit ist die Ursache der Beachtung, welche den Waldriesen geschenkt wird. Die große Zahl der Grünröcke von einst und jetzt ist ebenso wie der Wald aus verschieden bewerteten Individuen zusammengesetzt. Auch unter ihnen gibt es einzelne, welche, wie Naturdenkmäler, eine allgemeine Aufmerksamkeit erregen, sich durch Veranlagung, glückliche Umstände und eine lange, erfolgreiche Wirksamkeit vor andern auszeichnen. Zu diesen Forstleuten, die sich infolge der Seltenheit ihrer Fähigkeiten und Leistungen eine besondere Anerkennung der Mit- und Nachwelt erworben haben, zählt Heinrich Burckhardt, der als langjähriger, höchster Forstbeamter in Hannover durch die Tat, und als Verfasser vom „Säen und Pflanzen", sowie anderer forstlicher Bücher durch das Wort Großes für den Wald geleistet hat.

Vor 100 Jahren — am 26. Februar 1811 — im Dorfe Adelebsen am Solling als Sohn eines Revierverwalters geboren, hat Burckhardt von seiner ersten Jugend an die Waldluft der Buchen- und Eichenforsten geatmet und ist zünftig in einem Forsthause erzogen, in dem nach der Sitte der damaligen Zeit Einfachheit ohne Ärmlichkeit, Biederkeit ohne Unaufrichtigkeit, derber, natürlicher Frohsinn ohne Rohheit, höchste Pflichttreue ohne Strebertum, unermüdliche Arbeitslust ohne Egoismus herrschten. Gedenkt man der Eltern eines großen Mannes, so strahlt unwillkürlich ein Teil des Glanzes auf sie zurück, da der Begriff der Erblichkeit unser Urteil beeinflußt, und da wir der Erziehung und dem Beispiel im Elternhause nicht jede Bedeutung für die Charakterbildung eines Menschen absprechen können. Allerdings ist durch Vererbung und Erziehung das Problem der

Genialität auch nicht annähernd gelöst, aber in den Entwicklungsreihen der Menschheit stehen doch immer die Eltern sowohl dem geistig Großen wie auch dem geistig Schwachen am nächsten. Im Falle Burckhardt sind wir berechtigt, seinen Eltern einen Verdienst um seine Charakter- und Geistesentwicklung zuzusprechen. Weiterhin ist Burckhardt ein wahrer Sohn seiner Heimat, seines Volksstammes und seiner Zeit gewesen. Er gehörte nicht zu den kosmopolitischen, mancherlei Gegensätzen umfassenden, äußerlich polierten und glänzenden Naturen, die in verschiedene Gegenden und Zeiten hineinpassen, sondern sein Schein und Wesen standen unter sich wie mit seinem Volksstamm und seiner Zeit in vollster Übereinstimmung. Dadurch wird es auch verständlich, daß er mehrfach ehrenvolle Berufungen ausschlug, deren Annahme ihn genötigt hätte, sein engeres Heimatland Hannover zu verlassen. Seine oft gefürchtete Strenge und seine Güte, seine Überzeugungstreue und seine Berücksichtigung der realen Verhältnisse waren keine Gegensätze, sie gingen aus einer Eigenschaft, aus seiner unbedingten Wahrheitsliebe hervor. Wenn er Vernachlässigung im Dienste oder Charakterschwäche wahrnahm, konnte und wollte er seinen Unwillen nicht verbergen, bei wem er aufrichtiges Streben nach guten Leistungen, Lust und Liebe zum Beruf und ehrliche Gesinnung fand, dem zeigte er gern und reichlich seine Freude über das Wahrgenommene. Im Streben nach Erkenntnis und Beachtung der Wirklichkeit suchte Burckhardt nach der Wahrheit auf dem Gebiet der Tatsachen, sein Festhalten an Grundsätzen entsprach der Wahrheit auf psychologischem Gebiet, der Übereinstimmung des Empfindens und Handelns.

Die Liebe zur Wahrheit als Grundzug des Charakters Burckhardts zeigt sich in den Worten, die er einst seinem jugendlichen Sohne Albert ins Stammbuch schrieb:

„Es gibt einen Führer durch das Labyrinth des Lebens, der noch niemals getäuscht hat — die Wahrheit! Folge diesem Führer und wo es im Leben dunkel wird, da schließe Dich ihm um so fester an, um ihn nicht aus dem Auge zu verlieren. Diese Worte widmet der Vater seinem lieben Sohne Albert."

Burckhardt war durch das besondere Vertrauen seines Königs als Abgeordneter in die Hannoversche Zweite Kammer berufen. Hier war er aus Überzeugung ein Gegner von Bennigsen und Miquel, aber bei allen Abstimmungen ließ er sich nicht durch Rücksichtnahme nach oben beeinflussen, so daß er als Abgeordneter vorübergehend den Unwillen seines Königs erregte.

Fügen wir zur Wahrheitsliebe noch Beharrlichkeit, Treue im Dienst und Treue zu seinem Könige, Freude an der Arbeit, eine gute Beobachtungsgabe, einen lebhaften Forschersinn, gerichtet auf das sorgfältige Erfassen des Konkreten, Wirklichen und praktisch Nützlichen, eine gute

allgemeine und staatswissenschaftliche Bildung, erworben durch ein eifriges Universitätsstudium, die Pflege eines lebhaften geistigen Verkehrs mit den bedeutenden Männern seiner Zeit, die Begabung leicht faßlich, anregend und mit dem Herzen zu schreiben, sowie angenehm mündlich zu unterhalten, Sinn für das Schöne in und außer dem Walde, Freude an der Musik, gütige Fürsorge für seine Angehörigen, so ist wohl alles gesagt, was zur Schilderung dieses vorzüglichen Mannes erforderlich erscheint.

Der Lebensgang Burckhardts ist schon mehrfach sowohl in Einzelschriften wie auch in forstlichen Zeitschriften und in forstgeschichtlichen Büchern so eingehend geschildert, daß es überflüssig ist, über denselben an dieser Stelle nochmals zu berichten. Nur seien kurz die dienstlichen Beziehungen Burckhardts zu Münden erwähnt, welche die Forstakademie Münden veranlaßt haben, die 100. Wiederkehr seines Geburtstages durch einen Festaktus und durch die Herausgabe dieser Burckhardt-Festschrift zu feiern.

Burckhardt begann seine dienstliche Laufbahn 1836 als Unterförster in Bühren, sein Wirkungskreis war der gleichnamige Schutzbezirk der jetzt zur Forstakademie Münden gehörenden Lehroberförsterei Bramwald. 1840 wurde er zum Förster in Landwehrhagen, im Oberamt Münden gelegen, ernannt. Das Jahr 1844 brachte ihm die Berufung als Lehrer der Forstwissenschaft an der damals neu errichteten Forstlehranstalt zu Münden. Hier wurden die Anwärter des Forstschutzes und des Revierförsterdienstes ausgebildet. In dieser Stellung verblieb Burckhardt bis zu der 1849 erfolgenden Aufhebung der Forstlehranstalt, welche durch eine Reorganisation des Forstverwaltungsdienstes in Hannover veranlaßt wurde. Während seiner Lehrtätigkeit in Münden (Juni 1847) erhielt Burckhardt den Ruf, als Assistent des Oberforstrats Pfeil in den Lehrkörper der Preußischen Forstakademie Eberswalde einzutreten. Der damalige Preußische Oberlandforstmeister von Reuß, welcher eine gute wissenschaftliche Ausbildung der preußischen Forstverwaltungsbeamten als eine notwendige Voraussetzung einer gedeihlichen Entwicklung der heimischen Forstwirtschaft ansah, hatte mit Zustimmung von Pfeil, welcher damals schon 64 Jahre alt war, in Aussicht genommen, Burckhardt dermaleinst zu dessen Nachfolger zu machen. Da die Hannoversche Domänenkammer den Wunsch aussprach, Burckhardt dem vaterländischen Dienste erhalten zu sehen und ihm die „gnadenvolle Allerhöchste Anerkennung seiner Leistung" durch Ernennung zum Oberförster und Erhöhung des Gehalts zuteil wurde, lehnte Burckhardt die Berufung nach Eberswalde ab.

Für die im Jahre 1867 vom König Wilhelm I. genehmigte Errichtung der Forstakademie Münden hat Burckhardt mit großem Eifer gewirkt. Wenn auch die Initiative zur Gründung einer zweiten Preußischen Forstakademie im Westen der Monarchie vom damaligen Oberlandforstmeister von Hagen ausgegangen und die Durchführung dieser Gründung das

eigenste Werk von Hagens gewesen ist, so ist doch die Wahl des Ortes für die neu zu errichtende Forstakademie durch die sachverständige Fürsprache Burckhardts für Münden sehr stark beeinflußt worden. Wir haben daher Burckhardt als einen eifrigen Förderer der Gründung unserer Akademie anzusehen.

Über das Verhältnis Burckhardts zur forstlichen Zentralbehörde in Berlin nach 1866 ist in seinen Biographien wenig oder Unrichtiges enthalten. Da dieses Verhältnis klar zeigt, daß Burckhardts forstliche Bedeutung nicht allein im Rahmen des kleineren Hannovers groß erschien, sondern auch im größeren Preußen voll gewürdigt wurde, seien einige darauf bezügliche kurze Mitteilungen gestattet.

Nachdem die Einverleibung Hannovers durch Preußen vollzogen war, beantragte Burckhardt im August 1867 seine Pensionierung. Darauf erwiderte der Finanzminister v. d. Heydt, daß er besonderen Wert darauf lege, seine Mitwirkung für die Forstverwaltung nicht zu entbehren, sondern seine Erfahrung und seinen Eifer für das Gedeihen der vaterländischen Wälder noch in dem Maße nutzbar zu machen, wie seine geistige Frische und körperliche Rüstigkeit es erwarten ließen. Er beabsichtige daher, ihn Sr. Majestät zur Ernennung zum Landforstmeister und Mitgliede bei der Zentralforstdirektion des Finanzministeriums in Berlin in Vorschlag zu bringen. Burckhardt bat, ihn als Oberforstbeamten in Hannover zu belassen. Der Finanzminister berücksichtigte diesen Wunsch. Bis 1872 war Burckhardt alleiniger Oberforstbeamter für Hannover. In diesem Jahre wurde ihm auf seinen eigenen Antrag hin zur Erleichterung seines außergewöhnlich umfangreichen Dienstes „ein Gehülfe für die Direktionsgeschäfte durch Anstellung eines zweiten Oberforstbeamten gewährt". Dieser zweite Oberforstbeamte erhielt einen eigenen Bezirk, in dem er die verantwortliche Leitung des forsttechnischen Betriebes, insbesondere auch die Bestätigung der Hauungs-, Kultur und Wegebaupläne zu besorgen hatte. Er hatte auch für seinen Bezirk die Leitung der Geschäfte bei der Finanzdirektion, jedoch sollten Burckhardt alle neu eingehenden Forstsachen vorgelegt werden und sollte es ihm unbenommen sein, auch aus dem Geschäftsbereich des zweiten Oberforstbeamten jede beliebige Sache dergestalt vor sich zu ziehen, daß sie nicht ohne seine Mitzeichnung erledigt werden dürfe. Die General- und Personalsachen dieses Bezirks sollten ihm zur Einsicht vorgelegt werden, bevor sie zum Abgange befördert würden. — Diese Vorschriften sind nicht abgeändert worden, solange Burckhardt im Dienst geblieben ist. Es ist leicht verständlich, daß er mit zunehmendem Alter immer weniger Neigung verspürte, sich eingehend um den Dienst in dem zweiten Oberforstmeisterbezirk zu bekümmern und daß er es schließlich ganz unterließ, die Oberförstereien dieses Bezirks zu bereisen. Es ist aber ein Irrtum, anzunehmen, daß man in Berlin bemüht gewesen wäre, Burckhardts Einfluß durch die Anstellung

eines zweiten Oberforstmeisters zu vermindern und statt des „hannöverschen“ einen „preußischen“ Geist in die Verwaltung der Staatsforsten der Provinz Hannover zu bringen. Burckhardts Tüchtigkeit als forstlicher Techniker und Verwaltungsbeamter ist in Berlin bis zu seiner Pensionierung durch möglichste Gewährung von Freiheit und Selbständigkeit im Dienst voll gewürdigt worden.

Für die Beurteilung der Persönlichkeit Burckhardts ist es von Bedeutung, die Stellung kennen zu lernen, welche er zur Annektion Hannovers eingenommen hat. Als Kgl. hannöverscher Forstdirektor besaß er das volle Vertrauen und das persönliche Wohlwollen seines Königs. Er war öfter Gast im kleineren Kreise der Königlichen Familie, deren Angehörigen ihn wegen seiner Zuverlässikeit und seiner guten Unterhaltungsgabe gern hatten. Nach 1866 hat Burckhardt seinem früheren König und dessen ganzen Familie persönliche Anhänglichkeit und treue Ergebenheit dauernd bewahrt. Seine intimen persönlichen Beziehungen zum hannöverschen Königshause haben bis zu seinem Tode nie aufgehört. Aber politisch stellte er sich auf den Boden der realen Verhältnisse, er erkannte die Annektion Hannovers als eine historische, nicht wieder rückgängig zu machende Tatsache an. Er war bemüht, bei dem Wechsel der Verwaltung von den bestehenden Einrichtungen seines Vaterlandes soviel wie möglich zu erhalten und die persönlichen wie dienstlichen Interessen seiner bisherigen Untergebenen nach Kräften zu fördern. Nachdem er diese Aufgabe mit großem Erfolge durchgeführt hatte, bot er — wie bereits oben bemerkt — 1867 in Berlin seine Pensionierung an. Da ihm dieselbe nicht gewährt wurde, blieb er infolge seiner Schaffenslust und seiner Freude an der forstlichen Berufstätigkeit auch als preußischer Staatsbeamter noch gern in seiner Stellung als erster Forstbeamter Hannovers und ist als solcher ein treuer Diener und loyaler Untertan König Wilhelms gewesen. Als Burckhardt 1867 von Bismark in einer Audienz zum Vortrage über eine Änderung des Forstverwaltungsdienstes in der Provinz empfangen wurde, sagte er gelegentlich folgende Worte: „Exzellenz haben uns zu Preußen gemacht, nun machen Sie uns auch zu Deutschen.“ Dieses Wort offenbart die politische Einsicht Burckhardts, daß die Schaffung eines geeinten Deutschen Reiches von dem starken Preußen ausgehen müßte, es enthält aber auch eine Anerkennung der staatsmännischen Größe Bismarcks und das Vertrauen zu dessen deutscher Gesinnung.

So reizvoll es auch ist, die Lebensgeschichte und persönlichen Eigenschaften großer Männer kennen zu lernen, es trifft doch nicht den Kernpunkt des Interesses, welches ihnen die Nachwelt entgegenbringt. Die Taten, Wirkungen jener Männer leben fort und erhalten die Erinnerung an ihre Persönlichkeiten aufrecht. Wert an sich haben aber für die Nachwelt nur jene Taten, ohne Rücksicht auf die Person. Daher ist es die

höchste Aufgabe des Biographen, nicht den Mann, sondern sein Lebenswerk, das auf die Nachwelt vererbt ist, zu charakterisieren.

Burckhardts allgemeine Bedeutung liegt auf dem Gebiete der Forstwissenschaft. In seinen zahlreichen Werken hat er zu allen wichtigen forstlichen Fragen Stellung genommen und zwar von einem Standpunkte aus, den man als einen praktischen und ideellen zu gleicher Zeit bezeichnen kann; als einen praktischen, insofern sein klarer Blick das Wirkliche richtig beobachtete, sein scharfer Verstand das Beobachtete zutreffend beurteilte und sein praktischer Sinn das Anwendbare sicher herausfand; als einen ideellen, insofern er von einer warmen Liebe zum Walde beseelt war und die durch die Schönheit des Waldes herbeigeführten Gemütsstimmungen seinen forstlichen Gedanken eine Richtung zum Schönen gaben.

Um Burckhardts Lebenswerk, die in seinen forstlichen Büchern niedergelegten Lehren, gleichsam durch Stichproben zu skizzieren, sollen im Nachfolgenden einige Zitate aus seinen Schriften aufgeführt werden. Die Auswahl derselben ist möglichst objektiv vorgenommen, d. h. der Verfasser dieses Aufsatzes hat nicht etwa nur solche Zitate gewählt, welche Ansichten wiedergeben, die mit seinen eigenen übereinstimmen, sondern Aussprüche, welche ihm beim Durchblättern der Burckhardtschen Werke als besonders charakteristisch für den Autor aufgefallen sind. In seinem berühmtesten Buche „Säen und Pflanzen", aus dessen 4. Auflage von 1870 ich zitieren werde, finden sich folgende Sätze (Vorwort, Seite IX): Vor allem wünschen wir bei Jung und Alt dazu anzuregen, die Waldbehandlung, besonders die Kultur und die nicht minder wichtige Bestandspflege, intensiv zu betreiben, gute, wertvolle und reiche Bestände zu erziehen und den Waldboden zu kräftigen. Manche Waldungen könnten viel mehr leisten, wenn es um diese Punkte besser bestellt wäre.

Nach der Richtung der Zeit mag es nicht überflüssig sein, daran zu erinnern, daß die großen Fragen im Walde selbst liegen, daß sie nicht in den Sternen zu lesen, auch nicht durch wucherndes Formenwesen gelöst werden. Offene Augen und reges Wirken im Walde sind schließlich der Prüfstein des Forstwirts. Besonders wünschen wir der jüngeren forstmännischen Generation neben ihrer höheren Fachbildung Erkenntnis der Waldpflege, als des Gipfels forstlicher Tätigkeit, und ein warmes Herz, um sie beharrlich zu üben.

An dich aber, du hehrer, herrlicher Wald, der du anvertraut bist der Generationen Sorge und Pflege, an dich richte ich meinen schönsten Gruß:

„Es lebe der Wald!"

Er lebe in noch vielen, vielen (nicht zu kurzen!) Umtrieben. Er lebe immerdar, kräftig, markig, ewig schaffend, zu Nutz und Frommen der Menschheit!

Seite 2: Man stellt die Eiche wegen ihrer vielfältigen und vorzüglichen Nutzbarkeit und bei der Mannigfaltigkeit ihrer wirtschaftlichen Behandlung gern voran. Sie ist, wo immer erziehbar, geachtet in allen deutschen Gauen; sie gilt als die Königin der Waldbäume! Freilich hat in der Wirklichkeit keine Holzart, auch keine Betriebsart einen unbedingten Vorzug; die natürlichen, wirtschaftlichen und anderen Verhältnisse bestimmen, welche die passendste und darum örtlich beste sei. Es sind der Ursachen mehrerlei, welche die Eiche im Baumwalde vermindert haben . . . das Humuskapitel und was mit ihm zusammenhängt, wodurch auch der geringere Boden befähigt wird, Eichen zu tragen, ist vielfach verwirtschaftet . . . das kaum schon allenthalben beseitigte Streben, auf größeren Flächen nur gleichartigen und aus je einer Holzart bestehenden Hochwald zu erziehen, hat die Eiche an vielen Orten verdrängt. Dunkele auf Buchenzucht gerichtete Schlagstellungen ließen die lichtbedürftige Eiche außer Acht. Das Servitutwesen und starker Wildstand haben gleichfalls der Eiche Abbruch getan.

Was man auch der Eichenbaumholzzucht finanziell entgegenhalten mag, so kann doch niemand ermessen, wohin der in auffallender Zunahme begriffene Eichenpreis in Zukunft sich versteigen wird. Für jeden Fall hat wenigstens die Staatsforstwirtschaft ihre Pflicht zu erfüllen und der Erziehung des Eichennutzholzes, welches Deutschland in bester Güte erzeugt, wo immer angebracht, fleißig obzuliegen . . .

Seite 5: Der Staatsforstwirt hat sich solcher Eichenschlächterei bei wachsbaren Beständen billig zu enthalten, und auf nutzbare Massen hinzuwirken, ohne die Vorteile aus der Hand zu geben, welche die Durchforstung und der Lichtungshieb mit Unterbau in reichlichem Maße darbieten. Auch die Gemeinde und der größere Forstbesitzer dürften Ursache haben, nach solideren Prinzipien zu wirtschaften. Die Zinsformeln bestimmen längst nicht allein, was der Zukunftswirtschaft zu raten ist. Gute Ware hat den Zukunftspreis nicht zu scheuen.

Seite 92: Wir verlassen hier die Eiche, diese treffliche Holzart, welche sowohl durch ihre nutzbringenden Eigentümlichkeiten wie durch Vielseitigkeit in ihren Erscheinungsformen einzig dasteht. Von alters her ein stets gehegter und gepflegter Baum, wird sie immer eine Zierde der deutschen Wälder bleiben. Fortkommend auf fast jedem Boden, wächst sie in Tälern und an felsigen Hängen, im fetten Marschboden bis zum armen Sande hin, freilich bald ein Riese, bald ein Zwerg. Mild gegen ihre Umgebung, herrscht sie ohne zu drücken. Sturmfest steht sie noch als alter, vereinsamter Stamm, ein ehrwürdiges Denkmal aus grauer Vorzeit, vielen lebenden Wesen eine Wohnstätte. Im Auftreten der Eiche vom schmucken Nutzholzstamm an über ausgedehnte Schälwälder hinweg bis zum verkrüppelten Stühbusch der Heiden, den Resten vormaliger Eichenwälder, liegt ein sehr wechselvolles Bild. In der Nutzfähigkeit steht sie unübertroffen da. Schiffahrt, Ackerbau, Gewerbe und das menschliche Wohlbefinden stehen in mancherlei Beziehung zur Eiche, möge sie in dieser oder jener wirtschaftlichen Form erzogen werden. Darum sei die Zucht und Pflege der Eiche dem forstlichen Fleiße fernerhin empfohlen, und beharrlicher als das flüchtige Geldkapital möge der Baum der Väter der materiellen Richtung unserer Zeit nicht zum Opfer fallen!

Seite 95: Während der Buchenbetrieb am einen Orte ein geordnetes Hochwaldganzes von ungeschwächter Kraft hinterlassen hat und im sicheren Gange fortschreitet, steht der Buchenhochwald am anderen Ort auf schwächeren Füßen. Viele Bestände haben dem Nadelholze weichen müssen, anderen steht nichts besseres bevor. Manche derselben bleiben in der Verjüngung stecken, als ein warnendes Beispiel, daß es mit dem Schlagstellen und Abwarten nicht allenthalben getan sei; Verödung war die Folge, oder Weichholzzucht mit und ohne Buche zeigte von der ungeschickten Hand. Sorgloses Wirtschaften, Lichten ohne Nachwuchs und ohne zeitige Nachhülfe, Versäumnis in der Schlagausbesserung, leidiges Plentern in den Baumorten, Viehhut, Wildstand, Frost, Mäusefraß haben viel verdorben. Übereilter Hieb, wie zu dunkele Stellung auf großen Schlägen haben auch viel geschadet; hier und da hat man es noch jetzt mit Resten von Schlägen zu tun, die fast ein halbes Jahrhundert alt geworden sind und durch verfehlte Nachzucht, wie durch vergeblichen Kulturaufwand, weil die Hülfe zu spät kam oder nicht ausreichte, auch durch Verlust an Bodenkraft viel gekostet haben. In anderen Fällen war das Materialkapital vergriffen, man war bei bedenklich niedrigen Umtrieben angelangt. Hin und wieder erschien auch wohl der Buchenertrag zu wenig lohnend, die Verjüngung als ein langweiliges Spiel oder dem Rahmen der Betriebsregelung war dieser und jener Bestand nicht gefügig genug u. s. w. — So haben sich manche Umstände, hier mehr, dort weniger hervorgetan, um das Gebiet der Buche zu schmälern und eine Holzart preiszugeben, die an vielen Orten und in größeren Waldkörpern zwar auch jetzt noch keine hohen Gelderträge liefert, welche aber auf entsprechenden Standorten eine der sichersten und beständigsten Wirtschaftsarten begründet, den Boden unvergleichlich pflegt und kräftigt, die trefflichsten Nutzhölzer in sich aufnehmen kann und durch weitere Entwicklung der Nutzholzwirtschaft auch finanziell zu befriedigen vermag.

Seite 226: Die Kiefer gehört aber auch deshalb zu den sehr nützlichen Waldbäumen, weil sie rasch wächst, viel Holz erzeugt und auf den mittleren und besseren Bodenklassen eine erhebliche Menge Bau- und Nutzholz liefert. Die Gelderträge der Kiefernwirtschaften stehen im allgemeinen und nach dem Verhältnis ihres Bodens nicht ungünstig, wie sehr auch öftere Unglücksfälle den Ertrag herabdrücken und es ist auf den besseren feuchtsandigen Klassen des Kiefernbodens nicht wohlgetan, mit Fichten zu künsteln, während ansehnliche Kiefernbalken hier erwachsen.

Seite 241: Der Kiefernbesamungsschlag findet hin und wieder auch heute noch seine Verteidiger, welche darauf hinweisen, daß gegebenen wirtschaftlichen Verhältnissen gegenüber Genügendes mit ihm geleistet werde, selbst bessere Bestände erzogen seien, und wenn man zeitig mit künstlicher Kultur eingreift, so wird sich der Erfolg ohnehin befriedigender, als es sonst gemeiniglich der Fall ist, gestalten. Große Nutzungsflächen bei leichtem Boden, durch Kahlhiebe entstehende Flugsandgefahr und andere Umstände können die Zuhülfenahme der natürlichen Besamung zur Notwendigkeit machen und wo der Boden in vorübergehendem Anfluge eine besondere Empfänglichkeit für freiwillige Ansamung verrät, kann man wohl der Natur bei gutem Samenjahre folgen. Wenn man aber in der forstlichen Finanzrechnung geneigt ist, die natürliche Erziehung der Kiefer in Besamungsschlägen zum Prinzip zu erheben, um aus dem ersparten Kulturauf-

wande Kapital zu schlagen, so übersieht man, daß Ersparung am Einen, doppelten Verlust am Andern nach sich ziehen kann. Rasche Erziehung voller regelmäßiger Bestände im Wege künstlicher Kultur verspricht mehr, als der zweifelhafte Ausgang der Naturbesamung auf leicht verödendem Boden, zumal bei einer Holzart wie die Kiefer, bei welcher voller Lichtgenuß die erste Lebensbedingung ist. Die Verjüngung in Besamungsschlägen fällt bei der Kiefer in der Regel ungleichmäßig aus; hier steht der Anflug zu dicht, dort zu dünn und auf anderen Strecken verschleppt sich die Verjüngung, während der Boden mager wird; ungleichwüchsige Bestände sind eine häufige Folge.

Gerne würde ich noch weitere Stellen aus Burckhardts Werken, aus seinen Grundsätzen für die Bearbeitung der Wirtschaftspläne, aus seinen Hilfstafeln für Forsttaxatoren seinen prächtigen Aufsätzen in den Heften „Aus dem Walde" wiedergeben, aber ich hoffe, daß das Wenige, was ich zitiert, schon genügen wird, das Interesse der Forstleute für Burckhardts Schriften neu zu beleben. Es kann dem deutschen Walde nur zum Segen gereichen, wenn in seinen Hütern der Geist gepflegt wird, welcher uns aus Burckhardts Werken anspricht: Liebe zum Walde, Freude an der Waldpflege, Beachtung der uns im Walde entgegentretenden Wirklichkeiten und Zurückweisung aller Künsteleien, deren Durchführung viel Geld, viel Zeit und Arbeit erfordert.

Mit einer ähnlichen Betrachtung schließt der verdienstvolle und hochbegabte preußische Oberlandforstmeister O. v. Hagen sein klassisches Werk „Die forstlichen Verhältnisse Preußens", in dem er seinem letzten Satze folgenden Wortlaut gab: „Wir schließen mit dem schönen Wunsche Burckhardts für die junge Forstwelt heutiger und künftiger Zeit, „daß sie neben wissenschaftlichem Streben praktisch bleibe, und tatkräftig für den Wald erwachse, und daß sie von den Vätern die Liebe zum Walde, ihre Einfachheit, ihre Ausdauer und ihren Biedersinn ererben und bewahren möge."

Fricke.

Studien über den Wassergehalt einiger Baumstämme.

Von M. Büsgen.

Seit den Tagen Duhamel du Monceaus (1732 bis 38) ist der Wassergehalt der Baumstämme mit seinem Wechsel in den verschiedenen Jahreszeiten und auch die Verteilung des Wassers in den verschiedenen Höhen des Baumstammes mehrfach untersucht worden, da diese Verhältnisse praktische Bedeutung besitzen. Duhamel ließ allmonatlich Eichen fällen und wog gleichgemachte Stücke des frischen Holzes. Die Gewichtsunterschiede führte er auf Verschiedenheiten im Wassergehalt zurück, und so gelangte er zu dem Schluß, daß Eichenholz im Winter wasserreicher sei als

im Sommer. Dies Ergebnis widersprach einer verbreiteten Annahme. Die Ausdrücke „das Holz steht im Saft", „der Saft steigt in die Bäume" rufen unwillkürlich die Vorstellung hervor, daß im Frühling der Baum sich rasch mit Saft fülle und dann im Sommer besonders saftreich sei, während bei den Duhamelschen Untersuchungen gerade das Gegenteil zutage tritt. Spätere Beobachter gaben Duhamel zum Teil Recht, zum Teil Unrecht, und je mehr Erfahrungen auf unserem Gebiete gemacht wurden, um so verwickelter gestaltete sich die ganze Frage. Einige Angaben aus der Literatur [1]) mögen als Beleg dienen. Nördlinger, dem wir die einwandfreiesten Beobachtungen aus der älteren Zeit verdanken (Centralbl. f. d. ges. Forstw., V, Wien 1879), fand im Eichenstamm im Juli den Höchstgehalt (38,8 %) im Dezember den Mindestgehalt (32,4) an Wasser; nach Theodor Hartig (Bot.-Ztg. 1858, 61, 63, Allgem. Forst- u. Jagdztg. 1871, 76) ist die Eiche zwar im Sommer am wasserreichsten (43 %); aber nicht im Winter, sondern im Frühling amwasserärmsten (39 %). Für die Fichte geben Nördlinger (l. c.) und Robert Hartig (65,2 %) (Unters. a. d. forstbotan. Institut zu München II, 1882) Höchstgehalt im Sommer, Th. Hartig Höchstgehalt im Winter (66 %) an. Ihr Mindestgehalt fällt nach beiden Hartigs ins Frühjahr (54,1 resp. 51 %) nach Nördlinger in den Oktober (57,4 %). Bei der Buche fand Nördlinger ein Wassermaximum im Mai (40,5 %), ein Minimum im Oktober (35,2); Robert Hartig ein Maximum im Dezember und Januar, und ein zweites, niedrigeres, im Juli, Minima im April und Mai und dann wieder im Oktober. Die Hasel zeigt nach Nördlinger ein Maximum im März, ein Minimum im Oktober, und die Esche endlich ein Maximum im Juli, ein Minimum im Dezember. Auch die Angaben über die Verteilung des Wassers in den Baumstämmen zeigen nach den Arten und selbst nach verschieden rasch erwachsenen Stämmen derselben Art erhebliche und nicht immer leicht verständliche Unterschiede.

In der neuesten Zusammenfassung (Krais, Gewerbliche Materialienkunde I, Die Hölzer, Stuttgart 1910) ist S. 342 angegeben, daß grünes Holz im Sommer mehr Wasser enthalte als im Winter, andererseits aber auch gesagt, daß Laubholz im Sommer am saftreichsten sei, während Nadelholz im Winter diese Eigenschaft aufweise. Was also im ersten Satz für alle Hölzer gesagt ist, wird im zweiten für Nadelholz wieder aufgehoben. Richtiger ist jedenfalls die in Loreys Handbuch der Forstwissenschaft, II. Aufl., Bd. 2 (Forstlich-chem. Technologie von Schwackhöfer, 1903, S. 290), gegebene Darstellung der Sachlage, wonach der Wassergehalt des Holzes sehr verschieden ist und von der Holzart, dem Alter des Holzes, der Jahres- und Tageszeit, dem Standort des Baumes und der Witterung abhängt. Als Regel ist angegeben, daß der Wassergehalt des Holzes im Frühjahr am größten, im Winter am geringsten sei. In der I. Auflage

[1]) Zusammenstellung bis 1882 s. Ebermayer, Physiologische Chemie d. Pflanzen. I. 1882. p. 8 und folgende.

steht noch (S. 379), „bisher wurde angenommen, daß das Maximum des Wassergehalts in das Frühjahr, das Minimum in den Herbst fällt". Es ist dann in beiden Auflagen darauf hingewiesen, daß diese Regeln keine Allgemeingültigkeit besitzen, sondern viele Ausnahmen erleiden, und selbst unter dieser Einschränkung darf man den Begriff Frühling nicht allzu genau nehmen, wenn die Regel nicht selbst zur Ausnahme werden soll. Angesichts solcher Unstimmigkeiten mag es erlaubt sein, hier einige bisher nicht veröffentlichte Beobachtungen über den Wassergehalt der Baumstämme mitzuteilen.

Ein Teil der Abweichungen in den vorhandenen Angaben erklärt sich aus der Verschiedenheit der angewendeten Methoden. Theodor Hartig, der ein großes Beobachtungsmaterial geliefert hat, benutzte Späne, die mit einem Zuwachsbohrer aus 25 bis 40 jährigen Stämmen in Brusthöhe heraus geholt wurden. Diese Methode bietet den Vorteil, daß zu verschiedenen Zeiten aus demselben Stamme Proben entnommen werden können, die sich leicht und sicher vollständig trocknen lassen. Man läßt die Späne aus dem Bohrer in kleine Probierzylinder fallen, die gleich verkorkt und möglichst bald gewogen werden. Die Methode hat den Nachteil, daß der mit dem Bohren verbundene Druck und die Erwärmung des Bohrers Wasserverluste herbeiführen, deren Größe schwer zu ermessen ist. Diese Verluste werden zwar bei jeder Bohrung wiederkehren und dadurch an Bedeutung verlieren. Ganz zu vernachlässigen sind sie aber nicht, denn die durch den Druck ausgepreßten Wassermengen werden, in Prozenten des Holzgewichts ausgedrückt, verschieden sein, je nach dem ursprünglichen Wassergehalt des Spans. Wasserreiche Späne werden viel verlieren, während wasserarme vielleicht gar keinen Verlust erleiden. Ein weiterer Nachteil der Bohrspanmethode ist die Kleinheit der zu gewinnenden Proben. Sie verleiht allen Fehlerquellen viel Gewicht und läßt Schlüsse auf die in größeren Abschnitten des Baumstamms herrschenden Verhältnisse nur unter der Voraussetzung zu, daß diese sich nicht sprungweise ändern. Das letztere kommt aber vor. Nördlinger benutzte ganze Abschnitte jugendlicher Bäumchen von wenigen Zentimetern Stärke. Damit waren die angegebenen Mängel der Methode Th. Hartigs vermieden, aber auch der Vorteil aufgegeben, von ein und demselben Stamm immer wieder Proben entnehmen zu können. Robert Hartig arbeitete mit Spaltstücken, die er 7 cm hohen Stammscheiben entnahm. Es gelang ihm so, den Wassergehalt von Splint und Kern in beliebigen Tiefen des Holzkörpers zu bestimmen. Sorgfältig gehandhabt ist diese Methode einwandfrei. Eine Verbesserung war nur insofern möglich, als man die Versuchsstücke gleich nach dem Ausspalten in luftdicht zu verschließende Gläser hätte gelangen lassen können, statt sie frei zu wiegen, wobei sie immerhin bis zu 10 Minuten lang Verdunstungsverlusten, die mit dem auch im Walde nicht zu vernachlässigenden Wechsel der Windgeschwindigkeit sich ändern, ausgesetzt waren. Besonders hervorgehoben sei

die Beobachtungsmethode von Lauprecht (Allgem. Forst- u. Jagdztg. 1871, mit Taf. II). Buchenstangen führen im Zentrum eine bald schmälere, bald breitere Partie wasserärmeren Holzes. Lauprecht schloß nun aus dem Verhältnis zwischen der Ausdehnung dieses zentralen „Trockenzylinders" zu der des feuchten Splints auf den größeren oder geringeren Wassergehalt des ganzen Stämmchens. Er fand in der zweiten April- und ersten Maihälfte den Trockenzylinder schmal, im Sommer in der Weite schwankend und von Mitte September bis zu einem Maximum im Oktober sich ausdehnend. Von da bis in den Januar erfolgte eine anfangs rasche, dann langsamere Verschmälerung, dann bis in den März eine geringe Verbreiterung, die endlich dem Frühlingsminimum wich. Die Probestämmchen hatten demnach im Frühling, zurzeit des Laubausbruchs, im Kern einen maximalen, im Sommer schwankenden und im Herbst einen minimalen, im Winter einen allmählich steigenden Wassergehalt. Das ist eine Bestätigung der auf S. 2 angeführten Angaben von Nördlinger, stimmt aber wieder nicht mit R. Hartigs Angaben über die Buche überein. In dem allgemeinen Verlaufe der Kurve mit dem Maximum im Frühjahr, dem Minimum im Herbst kommt aber doch ein vielfach beobachtetes und aus den ganzen Vegetationsverhältnissen wohl verständliches Verhalten zum Ausdruck. Von besonderem ökologischen Interesse ist, daß die Lauprechtschen Beobachtungen so anschaulich erkennen lassen, daß der Kern oder besser das Reifholz als Wasserspeicher eine sehr wesentliche Rolle spielt.

Die hier mitzuteilenden Beobachtungen beziehen sich erstens auf den Wechsel des Wassergehaltes einiger Baumstämme im Laufe eines Jahres, wie er sich in am 1. und 16. jeden Monats in Brusthöhe jedesmal demselben Stamm entnommenen Bohrspänen ausdrückt und zweitens auf den Wassergehalt und die Wasserverteilung in einigen älteren Buchen- und Fichtenstämmen, erschlossen aus Spaltstücken von 8 cm Länge und circa 1,25 qcm Querschnitt, die Abschnitten der frisch gefällten Stämme im Wald entnommen, in luftdicht durch Kautschukhütchen verschlossenen Gläsern im Laboratorium gewogen und dann bei 90 bis 100° C. bis zum konstanten Gewicht getrocknet wurden. Die Tauglichkeit des Kautschukverschlusses wurde besonders geprüft. Die Entnahme der Proben und die Wägungen der ersten Versuchsgruppe, die vor einigen Jahren in Eisenach bearbeitet wurde, verdanke ich Herrn Oberförster Werner in Ersrode, die der zweiten meinem jetzigen Assistenten, Herrn Forstassessor Oelkers.

Die Eisenacher Beobachtungsobjekte waren ältere Stämme, teils im Garten der dortigen Forstakademie, teils am Fuße der Wartburg oberhalb der Reutervilla auf gutem Boden von wechselnder Tiefgründigkeit: vier 60 bis 90 jährige Eschen, drei 35 jährige Hainbuchen, zwei 35 jährige und zwei 110 bis 140 jährige Spitzahornstämme, zwei ca. 30 jährige Lärchen und drei 70 jährige Weymouthskiefern.

Die Resultate der Wernerschen Beobachtungen habe ich in den nebenstehenden Kurven (Fig. 1) dargestellt. Am Fuß und am Kopf der Figur sind die Monate, rechts von den Kurven die Wassermengen in Prozenten des Frischgewichts von 5 zu 5 % angegeben. Die den Kurven selbst beigeschriebenen Zahlen sind die Nummern der Bäume. Die schraffierten Kurven sind aus den Durchschnittszahlen aller Beobachtungen für die einzelnen Arten gewonnen und die unterbrochenen Teile der Kurven bezeichnen Ausfall der Beobachtungen.

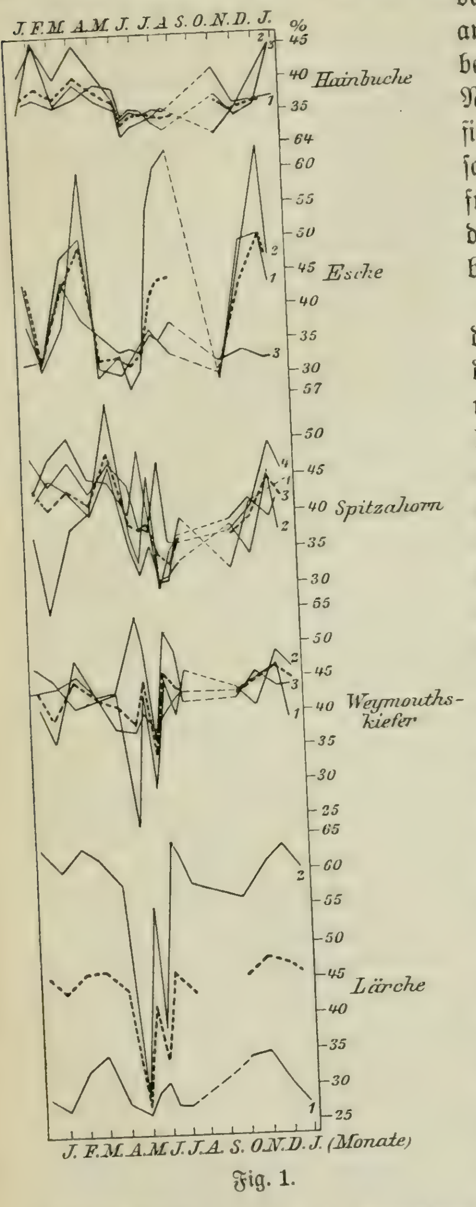


Fig. 1.

Ich will gleich hier bemerken, daß die oben kurz berührten Mängel der Bohrspanmethode, zumal Zufallswerte nicht ausgeschlossen sind, es verbieten, den Eisenacher Bestimmungen eine ausschlaggebende Bedeutung zuzumessen. Ihr Wert liegt nicht darin, daß sie ein zutreffendes Bild von den Zuständen im ganzen Stamm zu geben vermöchten. Immerhin aber ist es vielleicht von Interesse, aus ihnen zu ersehen, welche Ungleichheiten selbst in nahe nebeneinander liegenden Teilen des Baumstammes zu verschiedenen Zeiten vorhanden sein können. Außerdem spiegeln sich in den Kurven trotz aller Mängel einige auch auf anderem Wege erkannte Beziehungen ab.

Schon Nördlinger (Kritische Blätter 52) machte darauf aufmerksam, daß seine Zahlenreihen eigentümliche Sprünge zeigen und daß sie „saubere Kurven" nicht ergeben. Dasselbe läßt sich von den Wernerschen Bestimmungen sagen. Dennoch lassen sich gewisse allgemeine Züge aus den Darstellungen der Fig. 1 herauslesen. Sehen wir von einigen Zufallswerten (z. B. bei Spitzahorn 4 und Esche 2) ab, so findet sich bei allen Versuchsbäumen ein hoher Wassergehalt im Winter, dem im Frühling eine Abnahme

folgt. Mitte oder Ende Mai ergaben fast alle Bohrspäne ein Minimum des Wassergehalts. Dem Minimum folgen vorübergehende meist niedere Maxima und Minima im Juni oder Juli. Von der zweiten Augusthälfte bis Mitte Oktober fehlen die Beobachtungen. Nach dem 2. Oktober hebt sich der Wassergehalt. Daß die Schwankungen bei der Hainbuche mit ihrem schweren, an Hohlräumen verhältnismäßig armen Holz kleiner sind als bei dem leichten, eine große Wasserkapazität besitzenden Koniferenholz und der mit großen Gefäßen und hohem Transpirationsvermögen versehenen Esche erscheint leicht verständlich. Auch die Erklärung des Gesamtverlaufs der Kurven macht keine besonderen Schwierigkeiten. Man versteht leicht, daß im Winter, der Zeit geringster Verdunstung der Wassergehalt des Baumstammes sich heben muß. Solange der Frost noch nicht in den Boden eingedrungen ist, arbeiten die Wurzeln weiter und ersetzen allmählich das im Sommer entstandene Wasserdefizit. Der Winter des Beobachtungsjahres 1897/98 war mild, die Lufttemperatur sank auch im Januar und Februar nur wenig unter 0°, so daß der Boden kaum gefror und in geringer Tiefe Temperaturen von 3 bis 8° vorhanden gewesen sind. Es ist aber nachgewiesen (Kosaroff, Inaug.-Diss., Leipzig), daß bei 0° aus dem Boden noch erhebliche Wassermengen aufgenommen werden und daß selbst in Boden von —5° C. und in Eis die Wurzeln noch etwas zu arbeiten vermögen. Ich selbst fand an den Nadelspitzen junger Weymouthskiefern ausgepreßte Wassertropfen hangen, während der Boden kaum bis zu einer Tiefe von 20 cm aufgetaut war. Die Wurzeln hatten also in einer Umgebung von wenig mehr als 0° energisch gearbeitet. R. Hartig fand im Holzkörper der Birke ein starkes Ansteigen des mittleren Wassergehalts von Mitte Februar bis Mitte März, in dem der Rotbuche und Kiefer im November und Dezember. Bei solchen Abweichungen will es nicht viel sagen, daß in unseren Tabellen das winterliche Maximum bald in den Januar und Februar, bald in den März und beim Spitzahorn selbst in den April fällt.

Am meisten befremdet das vorübergehende Absinken des Wassergehaltes im Januar oder Februar, das indessen nur bei Spitzahorn 2 und Esche 1 und 2 einen größeren Betrag erreicht. Aus dem Wetter der Beobachtungstermine erklärt es sich nicht, denn die Monate Dezember, Januar und Februar waren im Versuchsjahr nicht so trocken, daß man eine bis zur Brusthöhe in den Stamm hinabreichende Verdunstungswirkung annehmen könnte. Wir haben es hier wohl mit Zufallswerten zu tun. Anderseits ist die Transpiration der Baumzweige im Winter nicht so gering, daß sie ganz außer Betracht bleiben müßte. Für Roßkastanienknospen ist eine tägliche Wasserabgabe von 1,5 bis 1,6 %, für zweijährige Zweige eine solche von 0,3 % selbst bei Temperaturen von —3 bis —10° ermittelt (vgl. Haberlandt, Physiol. Pflanzenanatomie, III. Aufl., S. 127). Daß das Wetter im übrigen zur Erklärung unserer Kurven herbeigezogen werden darf, zeigen die Be-

obachtungen Th. Hartigs über die Schwankungen im Wassergehalt der Bäume mit dem Wechsel der Tageszeiten (Allg. Forst- u. Jagd-Ztg. 1871). Am frühen Morgen am größten sinkt der Wassergehalt bis in die Nachmittagsstunden, und steigt von da an über Nacht wieder bis vor Sonnenaufgang. Th. Hartig gibt für diese Schwankungen zum Teil recht große Beträge an. Seine Zahlen unterliegen aber, der Methode wegen, Zweifeln, so daß z. B. auch einzelne Fälle, in denen bei anhaltend trockener Witterung der Wassergehalt nachmittags 2 Uhr größer erschien als vor Sonnenaufgang der Bestätigung bedürfen.

Einwandfrei sind Resultate, die Cieslar in Verbindung mit Josef Friedrichs Untersuchungen über die Volumschwankungen der Baumstämme erhalten hat (Mitt. a. d. forstl. Versuchswesen Österreichs, Heft XXI. Wien 1896). Er fand auf 100 Teile Frischvolum folgende Wassermengen:

Früh morgens am 23. Juni 1892	in Spaltstücken	65,0 %
	= Bohrspänen	47,8 =
Mittags 12 bis 1 Uhr am 23. Juni 1892	= Spaltstücken	57,3 =
	= Bohrspänen	45,6 =
Abends $5^3/_4$ bis $6^3/_4$ Uhr am 22. Juni 1892	= Spaltstücken	59,6 =
	= Bohrspänen	44,3 =

Die bis zu 8 % steigende Differenz zwischen den Früh- und den Mittagsziffern erklärt sich daraus, daß in der Nacht die Transpiration, abgesehen von der größeren Luftfeuchtigkeit noch durch den im Dunkeln erfolgenden Spaltöffnungsverschluß herabgesetzt wird. Diese letztere Einrichtung begünstigt den Ausgleich des durch die Transpiration am Tage im Baume entstandenen Wasserdefizits. Die Spaltöffnungen brauchen des Nachts nicht geöffnet zu sein, weil dann die Kohlendioxydassimilation mit ihrem Gaswechsel wegfällt und infolgedessen wohl auch der Bedarf an Zufuhr mineralischer Stoffe unter Vermittelung der Transpiration geringer ist. Die von Josef Friedrich (l. c.) im einzelnen nachgewiesene Übereinstimmung der Volumschwankungen des Baumstammes mit der Kurve der relativen Feuchtigkeit weist weiter auf weitgehende Abhängigkeit seines Wassergehaltes vom Wetter hin. Wenn Nördlingers Buchenstangen und Haselausschläge keine in die Augen fallenden Hebungen und Senkungen auf Grund besonderer Dürre oder Regenwitterung erkennen ließen, so ist damit nicht gesagt, daß dies auch bei älteren Bäumen mit großer Krone der Fall ist. Daß selbst bei trockenster Sommerwitterung Eichen- und Buchenholz noch einen namhaften Saftgehalt bewahrt (30,4 bis 31,5 %) hängt wohl damit zusammen, daß die Wurzeln weiter arbeiten und bei beginnendem Welken der Blätter die Spaltöffnungen auch am Tage sich schließen und somit weiterer Wasserverlust verhindert wird. Fragen wir uns, wie weit die Schwankungen der aus den Wernerschen Zahlen gewonnenen

Kurven etwa mit dem Wetter in Verbindung gebracht werden können, so werden wir auf das Auf und Ab im Sommer geführt. Der Hochstand des Wassergehaltes im Stamm von Spitzahorn 3, Weymouthskiefer 1 und 3 und Lärche 2 zu Anfang Juni steht im Einklang mit regnerischem schwülen Wetter zu Ende Mai bei einer relativen Feuchtigkeit von 95 % vom 28. bis 31. des genannten Monats, während gleichzeitig die Bodenwärme 11 bis 20° betrug. Der Tiefstand bei den drei Weymouthskiefern, der Lärche 2 und dem Spitzahorn 3 am 16. Juni könnte aus dem sehr warmen (bis 28° C.) und trockenen Wetter vom 13. des genannten Monats an, wobei am Versuchstage die relative Feuchtigkeit auf 45 % sank, erklärt werden. Hochstand am 1. Juli trifft mit Regen am 30. Juni zusammen, der Tiefstand am 16. desselben Monats mit sehr warmem Wetter und relativer Feuchtigkeit, 37 % am Vortage. Daß ein Zusammenhang zwischen dem Wetter und dem Wassergehalt der Stämme nicht noch mehr hervortritt, erklärt sich zum Teil aus den Mängeln der Methode, dann aber auch daraus, daß Wasseraufnahme und Wasserabgabe des Baumes von der Natur des Bodens und dem Verhalten lebender Zellen abhängen, das den Umständen nach sehr verschieden sein kann.

Die Zusammenstellung einiger Zahlen mag noch über die Größe der bisher bei unseren Versuchsbäumen auch von anderen gefundenen Schwankungen Aufschluß geben. Es ist dabei zu beachten, daß Th. Hartig und Nördlinger mit lufttrockenem Holze gearbeitet haben, das nach R. Hartig (Unters. a. d. forstbotanischen Institut zu München, III, S. 90, 1883) 5 bis 8 % und 10 % Wasser enthalten kann.

Lärche.

Werner	Durchschnittsgeh. 44,3 % Maximum . . 66,0 „ Minimum . . 29,0 „	Ebermayer, Physiol. Chem. d. Pflanzen I. 1882	Durchschnittsgeh. 44 % Maximun . 52,9 „ Minimum . 37,9 „

R. Hartig	Ganzer Stamm { am 24. März 23,2 % ; „ 2. Juli 31,7 „ } Maximum 61,3 % im Splint in Brusthöher am 2. Juli, 22,4 % im Kern Minimum 41,1 % im Splint in Brusthöhe am 24. März, 15,6 % im Kern

Th. Hartig[1])	Bohrspäne in Brusthöhe 25—32 %	kurz vor Sonnenaufgang . . . 19 % nachmittags 2 Uhr 25 „

[1]) Die Objekte wurden nur lufttrocken, nicht absolut trocken gemacht.

Weymouthskiefer.

Werner	Durchschnittsgehalt	44,3 %
	Maximum . . .	55,0 "
	Minimum . . .	25,5 "
Th. Hartig[1]	Bohrspäne in Brusthöhe 36—47 %	kurz vor Sonnenaufgang . . . 52 %
		nachmittags 2 Uhr 56 "
Nördlinger[1]	Durchschnittsgehalt	63,6 %
	Maximum . . .	71,4 " (Februar)
	Minimum . . .	59,9 " (Dezb.), 59,0 % (März)

Hainbuche.

Werner	Durchschnittsgehalt	37,8 %
	Maximum . . .	47,0 "
	Minimum . . .	33,0 "
Th. Hartig[1]	Bohrspäne in Brusthöhe 25—27 %	

Spitzahorn.

Werner	Durchschnittsgehalt	41,0 %
	Maximum . . .	57,5 "
	Minimum . . .	27,5 "
Th. Hartig[1]	Bohrspan in Brusthöhe 24 %	

Esche.

Werner	Durchschnittsgehalt	40,33 %
	Maximum . . .	64,00 "
	Minimum . . .	29,00 "
Th. Hartig[1]	Bohrspan in Brusthöhe 24—30 %	
Nördlinger	Eschenausschlag 24,0 % (September) bis 37,3 % (Juli)	

Die Mündener Untersuchungen wurden durch den Wunsch veranlaßt, die mit dem Übergang aus der Vegetationsruhe in die Vegetationstätigkeit, also mit dem Knospenaufbruch etwa verbundenen Veränderungen im Wassergehalt der verschiedenen Teile des Stammes und auch der Äste näher kennen zu lernen. Es war nicht ausgeschlossen, daß die erwachende Wachstumstätigkeit der Knospen und des Kambiums Wasserverschiebungen in der Längs- und Querrichtung des Stammes mit sich brächte, die vielleicht einiges Interesse bieten mochten. Über die Beziehungen zwischen Stamm und Zweigen und zwischen Holzkörper und Rinde nach dem Wassergehalt sind von Tonkel (Mitt. d. land- u. forstwirtsch. Akademie zu Petrowskoe, Jahrg. 5, Heft 2, Moskau 1882, Ref. Botan. Jahresber. 1883 I, 6) und Geleznow (Sur la quantité et la répartition de l'eau dans la tige des plantes

[1]) Die Objekte wurden nur lufttrocken, nicht absolut trocken gemacht.

ligneuses. Ann. d. sc. nat. VI ser. Bot. t. II, 1876) Angaben gemacht worden. Tonkel fand an Spaltstücken nach R. Hartigs Methode im Juli und August, zurzeit verhältnismäßiger Wasserarmut des Stammes, die Zweige wasserreich und umgekehrt im Winter die Zweige wasserärmer als den Stamm. Das erste erklärt sich aus dem allgemeinen Hinstreben des Wassers nach den wachsenden und transpirierenden Zweigspitzen und Blättern während der Vegetationszeit. Man darf annehmen, daß in dieser Periode wie die Blattzellen, so auch die lebenden Zellen der Zweige selbst osmotisch lebhaft tätig sind. Wenn aber auch die Zweige nur eine passive Rolle, als Durchgangsweg des Transpirationswassers spielten, so müßten sie während dessen Bewegung wasserreich erscheinen. Das zweite, die Wasserarmut der Zweige im Winter, ergibt sich aus dem Fehlen des Transpirationsstroms und dem Wasserverlust der Zweige durch Verdunstung zurzeit des osmotischen Unvermögens ihrer lebenden Elemente. Der Stamm selbst verliert im Winter weniger Wasser, da seine Oberfläche kleiner ist als die Gesamtoberfläche der Zweige. Außerdem füllen die Wurzeln seine Reservoire von unten her allmählich auf. Im einzelnen zeigen auch die Tonkelschen Zahlen manche Abweichungen. So ist bei der Kiefer im November der Wassergehalt von Stamm und Zweigen fast derselbe (50 % und 48,3 %), während im Dezember ein Unterschied von 10 % (Stamm 61,9 %, Zweige 51,2 %) zugunsten des Stammes hervortritt. Bei Zitterpappel und Birke sind die Zweige im November um 16 % bzw. 9 % wasserärmer als der Stamm; im Dezember übertreffen sie ihn um ein geringes (ca. 2 %) an Wasser. In Birkenzweigen findet Tonkel im Juni 51,3 %, im Stamm zur selben Zeit nur 38,1 %, von November bis März zwischen 41 % und 46 % Wasser. Bei der Zitterpappel liegt die größte Differenz im August (Stamm 42,7 %, Zweige 53,1 %), bei der Kiefer im Juli (Stamm 52 %, Zweige 60,2 %). Die Unterschiede im Wassergehalt der Zweige selbst in den verschiedenen Monaten erheben sich bei der Zitterpappel bis auf 17,3 % (33,5 % im November, 50,8 % im Juli), bei der Birke auf 18,57 % (32,73 % im November, 51,3 % im Juni) und bei der Kiefer auf 13 % (48,3 % im November, 61,3 % im März). Geleznow arbeitete mit 5 cm langen Abschnitten 11 bis 30 jähriger 4 bis 10 cm starker Stämmchen. Ihr Wassergehalt nahm im allgemeinen von der Basis nach dem Gipfel hin zu, indessen kamen zahlreiche Unregelmäßigkeiten vor. Manchmal hatten alle Abschnitte ungefähr den gleichen Wassergehalt. Das Zopfende der Stämmchen enthielt im ganzen meist einige Prozent Wasser weniger als die vorhergehenden Abschnitte; doch machte sich hier ein Unterschied zwischen Stamm und Rinde bemerkbar. Beim Spitzahorn stieg im Juni in der Rinde der Wassergehalt nach der Krone hin, während er im Holz in derselben Richtung abnahm. Dasselbe war bei der Birke im März und Januar, bei der Zitterpappel im April und November der Fall. Nur ein-

mal, im Februar bei der Zitterpappel, nahm der Wassergehalt des Stammes nach oben hin in Rinde und Holz gleichzeitig ab. Bei derselben Art war die Rinde während der Monate Juni bis September, also während der Zeit der Kambiumtätigkeit, wasserreicher (54 bis 58 %), von Oktober bis Mai aber wasserärmer (46 bis 54 %) als der Holzkörper, der seinerseits im großen und ganzen die normale Schwankung von Wasserreichtum im Winter zu Wasserarmut im Sommer zeigte. Bei der Birke erwies sich nur im August und September die Rinde wasserreicher als das Holz. Ebermayer (l. c. p. 17) gibt für Buche (57jährig) und Lärche (40jährig) im Frühjahr und Sommer einen höheren, für Herbst und Winter einen niederen Wassergehalt der Rinde gegenüber dem Holzkörper an. Geleznow nennt Baumarten, die ein solches Wechselverhältnis im Wassergehalt von Holz und Rinde zeigen, amoebaeoxyl, während er solche, bei denen das Holz stets wasserärmer ist als die Rinde, wie beim Spitzahorn, als xeroxyl (oder hygrophloeisch), solche, deren Rinde den geringeren Wassergehalt besitzt als hygroxyl (oder xerophloeisch) bezeichnet. Vesque (Ann. d. sc. nat. VI ser. Bot. t. II 1876 p. 358) hat zur Erläuterung dieser Verhältnisse darauf aufmerksam gemacht, daß im Baume zwischen strömendem und wenig beweglichem Wasser zu unterscheiden ist. Wenn das Holz eines Baumes der Wasserbewegung wenig Widerstand entgegensetzt, so wird seine Wasserreserve im Notfall stark verbraucht werden. Solches Holz ist xeroxyl (Hölzer mit weiten Gefäßen). Sind große Widerstände im Holz vorhanden, (Pinus silvestris), so wird das Wasser energischer festgehalten und der Baum ist hygroxyl. Es würde vielleicht lohnen, diese Ideen auf ihre Berechtigung zu prüfen. Zurzeit aber fehlen dazu noch fast alle Grundlagen. Dem Wassergehalt der Rinden hat auch R. Hartig seine Aufmerksamkeit geschenkt. Er fand, daß sie bei Birke, Buche, Eiche, Kiefer und Fichte ein Maximum im Mai, ein Minimum im Februar oder März (Kiefer, Fichte) zeigten, daß also im Frühling ihr Wassergehalt zunimmt. Man muß wie bei den Zweigen annehmen, daß das mit der erwachenden Vegetationstätigkeit veränderte osmotische Verhalten der lebenden Rindenzellen sie befähigt, aus dem Holzkörper zu schöpfen. Ganz einfach liegt auch hier die Sache nicht. Mit dem allgemeinen Steigen des Wassergehaltes im Holz kann, wie bei R. Hartigs Kiefer, auch im Winter eine Zunahme des Wassergehaltes in der Rinde verbunden sein, die im angegebenen Falle allerdings hinter der Zunahme des Wassers im Holzkörper weit zurückbleibt.

Die Stämme unserer Mündener Untersuchungen waren Nachbarbäume eines auf Buntsandstein in ca. 240 m Meereshöhe stockenden Hochwalds.

Die Probeentnahme geschah bei Buche I und Fichte I in der Weise, daß die frisch gefällten Stämme sukzessive in 3 m lange Walzen zersägt wurden, an deren unterem Ende man je eine 8 cm hohe Scheibe abschnitt.

Tabelle I.

10. Januar. 125jährige Buche von 32 m Höhe und 41,5 cm Durchmesser.

Stammhöhe der Probeentnahme	Wassergehalt des Holzkörpers von den nach Südwest und Südost gelegenen Außenseiten her nach der Mitte hin: Südwestseite			Mitte	Nordostseite			Durchschnitt		Aus Bohrspänen erhaltene Zahlen: Südwestseite	Nordostseite
25,3 m		41,5	51,3	41,5	41,4	40,6		43,30	Durchschnitt aller Zahlen der Krone 42,37; des Schaftes {Splint 40,74, Kern 37,16} 38,95	46,1	44,2
22,3 „		38,9	41,9	44,3	42,7	39,65		41,29		—	—
19,3 m	37,1	40,2	35,1	44,3	39,8	40,5	38,8	39,40		46,0	44,2
16,3 „	38,6	39,9	43,65	38,4	44,75	36,9	37,55	39,96		42,6	45,9
13,3 „	38,3	37,8	**34,3**	**38,25**	36,2	40,6	37,8	37,65		44,1	41,8
10,3 „	40,2	40,3	**37,75**	**35,3**	**37,70**	39,05	49,9	39,70		42,7	41,55
7,3 „	41,7	41,55	**32,35**	**36,4**	**38,4**	40,3	43,5	39,20		45,9	45,3
4,3 „	44,5	41,3	**34,1**	**38,1**	**39,6**	40,6	44,6	40,4			46,3
1,3 „	44,1	—	**35,35**	**29,4**	**40,85**	37,6	47,7	39,2			48,8
0,0 „	42,0	42,8	**41,7**	**40,2**	**40,85**	39,9	43,65	41,6			47,5

Die fett gedruckten Zahlen stammen aus dem roten Kern.

9. Februar. 120jähriger Baum von 33 m Höhe und 30 cm Durchmesser.

Stammhöhe der Probeentnahme	Wassergehalt des Holzkörpers von außen bis zur Mitte														Durchschnittlich		Wassergehalt der Rinde
22,3 m									40,4			38,0		39,4	39,3	Durchschnitt aller Zahlen der Krone 40,47; des Schaftes {Splint 41,28, Kern 36,82} 39,05	36,9
19,3 „						41,9	38,5	38,4	39,4	41,8	39,7	42,85	45,2	40,15	40,8		38,5
16,3 m				40,45					39,0					42,0	40,48		41,5
13,3 „			42,15	40,1	42,6	42,7	40,1	39,5	—	41,75	41,6	43,1	43,65	38,55	41,43		38,7
10,3 „		43,1						39,5						37,3	39,96		44,2
7,3 „		—	42,9	39,6	48,0	40,35	40,55	42,2	40,6	43,0	43,5	41,1	37,3	37,9	41,4		34,2
4,3 „		41,40						36,3						**34,55**	37,4		45,15
1,3 „	41,6	44,45	42,6	43,9	42,0	41,6	—	41,25	39,7	38,0	38,0	43,8	**38,0**	—	41,2		44,4
0,0 „	45,6						44,9							**36,85**	42,45		48,7
														Durchschnitt	40,5	Durchschnitt	41,35

Die fett gedruckten Zahlen stammen aus dem roten Kern.

18. März. 105jähriger Buchenstamm von 24 m Höhe und 25 cm Durchmesser.

Stammhöhe der Probeentnahme	Wassergehalt des Holzkörpers bis zur Mitte											Durchschnittlich		Wassergehalt der Rinde
21,3 m								46,11		43,2	39,1	42,8	Durchschnitt aller Zahlen der Krone 42,20; des Schaftes {Splint 44,55, Kern 41,104} 42,85	44,0
19,3 „						44,85		43,5			38,7	42,35		44,15
16,3 „			45,6	41,5	43,9	43,0	41,4	43,84	40,65	38,65	37,9	41,82		41,7
13,3 „			47,4					41,7			38,6	42,6		—
10,3 m			47,10			38,9					**43,6**	43,2		—
7,3 „	47,75	44,7	42,7	40,9	**44,5**	**41,6**	**43,3**	**44,6**	**30,7**	**41,0**	**41,65**	42,14		42,0
4,3 „		52,4						**39,7**			**38,7**	43,6		44,0
1,3 „			46,1	44,75	42,0	37,1	**40,7**	**41,0**	**41,4**	**41,9**	**42,4**	41,93		44,5
0,0 „	54,8					39,9					**40,85**	45,16		44,39
											Durchschnitt	42,84	Durchschnitt	43,53

Die fett gedruckten Zahlen stammen aus dem roten Kern.

Stammhöhe der Probeentnahme	Wassergehalt des Holzkörpers bis zur Mitte												Durchschnittlich	Durchschnitt aller Zahlen der Krone 43,22 des Schaftes 42,77	Wassergehalt der Rinde
27,3 m												42,0	42,0		62,25
25,3 "							46,7					41,2	43,9		39,2
22,3 "					46,0				44,0			42.2	44,0		59,45
19,3 m					46,85				41,45			44,5	44,3		46,4
16,3 "					48,8	42.5	→	43,7	47,7	46,0	41,4	59,7	44.35		53,05
13,3 "				42,1		38,85						41,0	40,65		42,9
10,3 "		45,15	42,15	44,7	42.7	42,65	49.9		39,3	36,7	39,4	41,8	42,44		44,1
7,3 "		44,5					43,6					40,5	40,29		27,5
4,3 "		45,3				43,75						39,6	42,88		60,1
1,3 "		46,85	46,5	47,55	47,8	50,75	36,4	32,7	40,85	40,4	37,9	38,0	42,34		64,15
0,0 "	44,6				43,5							40 35	42,82		50,8
												Durchschnitt	42,72	Durchschnitt	49,99

20. Dezember. Fichte von 26 m Höhe und 25 cm Durchmesser.

Stammhöhe der Probeentnahme	Wassergehalt des Holzkörpers von außen nach der Mitte auf den verschiedenen Stammseiten													Durchschnittlich	Aus Bohrspänen wurde erhalten			
	Nordseite			Südseite			Ostseite			Westseite			Mitte					
19,3 m			67,3	62,85			61,3						37,7	57,29	60,75	65,55	48.8	68,7
16,3 "		49,1	23,6	67,3	31,7		51,5				67,9		25,4	45,08	38,2	61,0	46,45	57,65
13,3 m	68,9	33,0	23 3	67,6	38,0	23,25	66,2	36,0	23,0	67,7	29,5	23,5	23,7	40,28	60,1	70,7	64,8	50,5
10 3 "	61,2	25,7	22,1	62,9	22,65	23,4	63,65	26,9	24,1	65,7	24,4	| 6,33|	32,0	37.89	52,2	58,1	56,0	65,5
7,3 "	66,0	86.5	31,0	62,9	36,8	23,1	62,35	32,9	|12,70|	65.15	23.8	|52,1 |	35,2	47,72	73,2	70,2	—	—
4,3 "	63,8	39,7	24,0	60,9	26,1	23,3	58,7	50,4	23,85	64,45	38,0	24,25	24,0	40,11	43,15	67,15	51,4	
1,3 "	67,5	40,3	24,4	67,7	33,45	21,6	58,10	24,45	24,2	67,0	24,4	24,8	25,75	43.36	53,0	68.4	66,2	53,5
0,0 "	66,4	26 2	27,0	70,9	25 0	27,7	69.4	29,1	39,7	69,8	25,9	| 9,4 |	29,50	41 96	66,9	69,4		
Durchschnitt	65,8			65,65			63,0			66,6			29,15	44,17				

12. Mai. Fichte von 23,25 m Höhe, 21 cm Durchmesser. Knospen eben im Aufbrechen.

Stammhöhe der Probeentnahme	Wassergehalt des Stammes von außen nach der Stammmitte										Durchschnittlich Splint	Kern	Gesamt	Wassergehalt der Rinde
22,3 m							65,7			54,4	65,7	54,4	60,5	62,7
19,3 "						66,65	55,8		65,4	35,3	62,92	35,3	55,79	61,8
16,3 "					64,8			71,35		27,75	68,08	27,75	54,6	64,5
13,3 "			59,7	69,0	68,5	48,6	23,0	24,5	29,6	26,8	61,5	26,0	43,7	63,0
10,3 "		63,3			42,3					19,2	52.8	19,2	41,6	38,6
7,3 "		54,75	68,5	51,58	32,0	24,5	26,0	26,0	27,7	27,5	58,3	33,2	41,5	59,6
4,3 "		58,7		29,5						40,25	58,7	34,87	42,81	40,1
1,3 "	41,3	61,4	44,6	33,0	29,65	31,1	39,95	27,0	25,6	25,5	49 1	30,2	35,91	52,0
0,0 "	52,6			31,3						29,3	52,9	30,3	37,7	46,5
										Durchschnitt	58.8	32,3	45,9	54,3
										Gesamtdurchschnitt		45,6		

Tabelle II. Wassergehalt von Ästen in % des Frischgewichts.

Das Material wurde bei 90—100° absolut trocken gemacht.

Buche 1. 10. Januar 1910.

	Zweig I. Ordnung	Zweige II. Ordn.	Zweige III. Ordn.	Zweige IV. Ordn.	Kurztriebe	Knospen
Ast 1 aus dem unteren Kronenteil	Abstand von der Basis: 2 m, 6 m					
	% 38,6 47,2	50,1	45,8	46,3	47,1	41,25
Ast 2 aus dem mittleren Kronenteil	Abstand von der Basis: 0 m, 3 m, 4 m					
	% 45 44,7 49,2	—	47,5	—	48,7	45,9
Ast 3		—	—	—	49,4	45,25
Verschiedene Äste gemischt	%	48,8	49,4	49,4	46,8.	

Buche 2. 9. Februar 1910.

Knospen 43,7 %

Ast bei 33 m Stammhöhe entnommen			46,3 %
Ast bei 31 „ „ „	Rinde		40,4 „
	Holz	innen	42,15 „
		außen	43,4 „
Ast bei 29 „ „ „	Rinde		41,65 „
	Holz	außen	29,0 „ ?
		innen	35,9 „

Buche 3. 18. März 1910.

Ast aus 14 m Stammhöhe, Abstand v. Stamm	0 m	1 m	2 m	3 m
%	36,9	51,3	45,5	48,1
Äste II. und folgender Ordnungen		48,7	47,7	46,9

Kurztriebe: 39,60.

Knospen: 27,9 ? 48,65

Buche 4. 22. April 1910.

	Rinde	Holz
Äste bei 30,3 m Höhe	39,6	48,45
Äste bei 29,3 m Höhe	42,9	46,65
Äste bei 28,3 m Höhe	44,75	42,40

Fichte 1. 20. Dezember 1906.

Bei 14 m Stammhöhe entnommener Ast: Basis 46,15.

60 cm Abstand v. d. Basis 37,35

Spitze des Astes: 55,10

1 jährige Äste mit Nadeln: 71,50

Fichte 5. 12. Mai 1910. Knospen eben im Aufbrechen.

Spitze (Rinde und Holz) bei 23,25 m: 58,5

Nadeln der Spitze: 64,6

Ast bei 16 m Höhe entnommen:

v. Stamm Abstand	0 m	1 m	2 m	Nadeln
Rinde	55,1	58,7	58,0	54,2
Holz	40,75	55,8	51,3	

Nadeln und Knospen aus verschiedenen Kronenhöhen

Höhe	Astlänge	Nadeln	Knosp.
15,3 m	1,75 m	58,7	
17,0 „	2,2 „	55,5	
18,0 „	2,2 „	60,8	
19,6 „	1,5 „	55,6	58,7
21,0 „	1,4 „	54,0	61,3
22,3 „	0,85 „	54,0	
	Durchschnitt	57,1	

Dann wurden aus jeder Scheibe eine Anzahl von Spänen von 1,25 qcm Querschnittsfläche in der Weise entnommen, daß je ein Span aus der Mitte der Scheibe nur Kernholz bzw. Reifholz enthielt, zwei andere aus dem äußersten Teil des Holzkörpers (Südwest- und Nordostseite, bei Fichte I Nordsüd- und Ostwestlinie) nur aus Splintholz bestanden. Die Strecke zwischen dem innersten und den äußeren Spänen wurde in 2 bis 3 gleiche Teile geteilt, welche an ihren Grenzpunkten zwei bzw. drei weitere Späne lieferten. Bei den übrigen Bäumen wurden den Endscheiben 6 m langer Abschnitte eine größere Anzahl von Spänen in Abständen von je 1 cm

im ganzen Verlauf des nach Südwest gerichteten Radius entnommen; aus Scheiben, die den Mitten der Abschnitte entstammten, aber nur 3 Späne, je einer aus dem Zentrum, der Peripherie und der diese verbindenden Strecke. Die Zahlen der unten folgenden Tabellen sind so angeordnet, daß sie zugleich die ungefähre Lage eines jeden Spanes im Stamme angeben. Die Buchen I, II, III hatten einen roten Kern, der übrigens keinen wesentlichen Einfluß auf den Wassergehalt ausübte. Alles übrige ist aus den Tabellen ohne weiteres ersichtlich. Die Mitteilung der in den Monaten Januar, Februar, März und April an Fichten gewonnenen Zahlen muß leider auf eine spätere Gelegenheit verschoben werden.

Betrachten wir die auf die Buche bezüglichen Zahlen genauer, so finden wir im Wassergehalt des ganzen Holzkörpers der Stämme ein geringes Absinken vom Januar (40,66 %) zum Februar (39,76 %) und dann ein Ansteigen auf 42,55 % im März und 42,99 % im April. Es ist nicht ausgeschlossen, daß diese geringen Zahlenunterschiede auf individuellen Abweichungen der Probestämme beruhen; es ließe sich aber auch der anfängliche Wasserverlust aus der Verdunstung seitens der Zweige bei noch schwacher Wurzeltätigkeit, der spätere Gewinn aus steigender Wurzelarbeit im Frühling verstehen. Die Schwankungen erscheinen im kronenständigen wie im astfreien Schaft; doch nimmt der Splint im letzteren nicht an der Senkung im Februar teil. Die Wasserzunahme tritt am deutlichsten in den äußersten Splintringen zutage. Ihr durchschnittlicher Gehalt beträgt 40,69 (Januar), 42,7 (Februar), 47,02 (März), 45,35 (April). Die geringe Senkung im April läßt sich zu dem Laubausbruch in Beziehung bringen. Stärker als der Holzkörper hat gegen Februar (41,35 %) und März (45,53 %) die Rinde im April (49,99 %) an Wasser zugenommen. Die Zunahme übersteigt mit 8 % ganz bedeutend die des Holzkörpers (von Februar zu März 5 %). Wir müssen annehmen, daß eine Wasserverschiebung aus diesem letzteren in die Rinde hinein stattgefunden hat. Bei allen vier Bäumen nimmt der Wassergehalt von innen nach außen zu. Der rote Kern der drei ersten Bäume enthält 37,16 % (Januar), 36,82 % (Februar), 44,10 % (März) Wasser gegen 40,74, 41,28, 44,55 im Splint in denselben Monaten. Der vierte Stamm besaß keinen roten Kern, aber auch bei ihm war in allen Baumhöhen der Wassergehalt in der Mitte des Stammes um einige Prozent kleiner als im äußersten Splint (die abweichende Zahl 59,7 im 16,3 m Stammhöhe muß als zufällig hier außer acht gelassen werden). Weniger deutlich ausgeprägt sind Unterschiede im Wassergehalt nach den Höhenregionen des Stammes. Bei den drei ersten Bäumen tritt eine geringe Abnahme, beim Aprilbaum eine Zunahme von der Basis bis zum Kronenansatz hervor, im Kronenteil des Schaftes selbst eine geringe Zunahme, wenn ein deutlicher Unterschied gegen den übrigen Schaft überhaupt zu erkennen ist.

Die Äste erwiesen sich bei allen Bäumen als wasserreicher als der Schaft, auch im Januar und Februar. Eine Steigerung des Wassergehaltes nach den Astspitzen hin ist im einzelnen nicht deutlich zu erkennen; aber es wird kein Zufall sein, daß die Kurztriebe, die im März 39,60 % Wasser zeigten, im April 51,75 % ergaben. Mit dem Beginne des Austreibens muß sich ein kräftiger Wasserstrom durch die blattragenden Sproßteile bewegen, der in der letztgenannten Zahl zum Ausdruck kommt. R. Hartigs (l. c.) an der Buche gewonnenen Ergebnisse stimmen nicht ganz mit den unsrigen überein. Hartig findet ein Sinken des Wassergehaltes im ganzen Stamm von Dezember bis Mai, und erst nach dem 7. Mai ein Steigen. Dies mag daran liegen, daß in seinen Bäumen — sie zeigten an dem genannten Termin erst Knospenschwellung — die Vegetationstätigkeit später erwachte. Der Verteilung im Stamm nach fand er den Wassergehalt von der Höhe von 8 m ab im Februar bis zu 10,5 m rasch, dann langsamer zunehmend, weiter oben schwankend. Im März fiel die größte Zunahme des Wassergehaltes nach oben auf die Strecke zwischen Brusthöhe und 4 m, um dann erst langsamer, später wieder rascher weiter zu gehen.

Unsere Beobachtungen bei der Fichte ergaben als Gesamtwassergehalt des ganzen Holzkörpers im Dezember 44,17 %, im Mai 45,6 %; Zahlen, die nur wenig höher sind als die bei der Buche gefundenen. Auch die Wasserverteilung im Stamm stimmt dem Wesen nach bei den beiden Holzarten überein, doch treten bei der Fichte der Mehrgehalt des Kronenteils und namentlich der Wasserreichtum des Splints gegenüber dem des Reifholzes (im Dezember über 60 % gegen 29 %) mehr hervor. Von Interesse ist, daß der letztgenannte Unterschied im Maistamm weit geringer ist (58,8 : 32,3 %), der Wassergehalt des Splints ist mit dem Austreiben der Knospen zurückgegangen. R. Hartig gibt 1882 (l. c.) Zahlen für den Wassergehalt des Stammholzes der Fichte an, aus denen sich folgende Durchschnittsziffern, bezogen auf 100 Gewichtsteile frischen Holzes, berechnen: Januar 58,92 %, März 63,8 %, Mai 62,5 %, Juli 65,3 %, Oktober 56,8 %. 1885 (Holz der deutschen Nadelwaldbäume, Berlin) fand er bei neuen Untersuchungen: 30. Dezember 46,6 %, 3. April 45,7 %, 27. Juni 50,03 %, 11. Oktober 50,05 %. Die Zusammenstellung der Zahlen weist auf relativ geringen Wassergehalt im Herbst und Vorwinter, ein vorübergehendes Minimum im April und hohen Wassergehalt im Sommer hin. Interessant ist ein Vergleich mit völlig entästeten Fichten, die derselbe Autor untersuchte. Sie ergaben:

2. April (entästet am 28. Dezember) . . .	41,9
27. Juni (entästet am 28. Dezember) . .	45,3
29. Juni (entästet am 4. April)	47,3
9. Oktober (entästet am 4. April)	45,0

Wie man sieht, ist infolge der Entästung keine Überfüllung mit Wasser eingetreten, sondern die entästeten Bäume sind wasserärmer als normale, was auf einer Schädigung der gesamten Lebenstätigkeit beruhen dürfte. Der hohe Wassergehalt im Sommer tritt auch hier hervor. Ob er eine spezifische Eigentümlichkeit der Fichte ausdrückt oder sich aus den äußeren Umständen erklärt, muß zurzeit dahingestellt bleiben. Vor anderen Beobachtern fanden Schübler und Neuffer, die aber wieder nur das Lufttrockengewicht benutzten, vom 27. Januar bis zum 2. April bei Fichte, Hasel, Roßkastanie, Bergahorn und Esche Zunahmen des Wassergehaltes im Holz um 6,7 bis 9,8 % (Ebermayer a. a. O.).

Der Wassergehalt der Fichtenrinde betrug im Mai 54,3 %. Der Wassergehalt der Äste war höher als der des Gesamtstammes und im allgemeinen höher nach den Astspitzen hin als nahe der Astbasis. Der Wassergehalt der Nadeln gleicht dem der Knospen und des Splints. Gesetzmäßige Unterschiede im Wassergehalt der Nadeln aus verschiedenen Baumhöhen traten nicht zutage.

Mit einigen Worten sei noch des Verhaltens einiger von uns mit den Spaltstücken zusammen entnommener und untersuchter Bohrspäne gedacht. Die Bohrspäne erfassen vor allem den Splint und enthaltendementsprechend verhältnismäßig viel Wasser und zwar bis gegen 10 % mehr als Spaltstücke aus annähernd derselben Baumhöhe. Eine Erklärung dafür kann nicht gegeben werden. Eine geringe Abnahme des Wassers von der Basis zum Kronenansatz läßt sich auch aus den Bohrspanzahlen herauslesen, doch sind die Prozente nicht dieselben wie bei den Spaltstücken. An den zur Mai-Fichte gehörigen Bohrspänen fallen die großen Sprünge der Zahlen auf, die an die Sprünge in den Wernerschen Bestimmungen erinnern. Zum Teil mögen sie auf der sehr unregelmäßigen Gestalt des Trockenkerns (Reifholzes) beruhen, infolge deren die Späne teilweise aus Splint- und Reifholz in verschiedenen Mengen zusammengesetzt waren; zum Teil bringen sie aber wohl lokale Schwankungen im Wassergehalt des Holzes zum Ausdruck, wie solche auch einige der aus Spaltstücken entnommenen Zahlen erkennen lassen und wie sie gewiß in den Wernerschen Angaben eine Rolle spielen.

Im Überblick über das gesamte Material an Beobachtungen erscheint auch heute noch der Wassergehalt der Baumstämme als eine außerordentlich wandelbare Größe. Einigermaßen klar tritt aus den wechselnden Zahlen etwa folgendes hervor: 1. Der Wassergehalt des Holzkörpers ist im Spätherbst niedrig und erfährt im Winter, gegen die Zeit des neuen Laubausbruchs hin, früher oder später eine kräftige Steigerung. 2. Im Sommer finden sich große Unregelmäßigkeiten, die auf dem Zusammenwirken der Feuchtigkeitsschwankungen in Luft und Boden und der Zustände der Organe der Wasseraufnahme und Wasserabgabe des Baumes beruhen. 3. Der Splint ist wasserreicher als das Innenholz des Baumes.

Neue Untersuchungen hätten etwa die sommerlichen Schwankungen des Wassergehalts ins Auge zu fassen. Doch dürften sie nicht mit Bohrspänen arbeiten und es müßte eine recht große Anzahl von Stämmen herbeigezogen werden. Das aber würde einen Aufwand von Zeit und Kosten bedeuten, der kaum im Verhältnis zum Wert des zu erwartenden Ergebnisses stünde.

Der Cattenbühl, das heutige Lehrrevier der Forstakademie Münden, im 18. Jahrhundert.

Von Julius Busse, Hann.-Münden.

Die Anregung zu dieser geschichtlichen Übersicht über den Cattenbühl ging von dem Herrn Akademiedirektor Oberforstmeister Fricke aus. Auch während der Ausführung der Arbeit bewies Herr Oberforstmeister Fricke größtes Interesse, wofür ich meinen verbindlichsten Dank auszusprechen hier nicht verfehlen möchte. Leitend war der Wunsch, für die im Jahre 1914 zu erwartende Neueinrichtung des Reviers eine Grundlage zu schaffen, deren Wert vor allem in einer möglichst weit zurückgreifenden Bestandesgeschichte liegen sollte.

Durch erhebliche Lücken in den Akten — beim Brande der Königlichen Regierung in Hildesheim im Jahre 1885 ging unendlich viel wertvolles Material verloren — war es jedoch leider nicht möglich, eine fortlaufende Chronik zu schreiben. In der Hauptsache standen an forstgeschichtlichen Quellen nur zur Verfügung

die „Beschreibung derer Forsten in den Aemtern Münden und Brackenberg" von „Forstregistrator" und Oberförster Jacobi in Clausthal[1]) aus dem Jahre 1739,

und die „Forstuntersuchung" von Oberförster Hase in Lauterberg[2]) aus dem Jahre 1776.

Für die Kennzeichnung der allgemeinen Wirtschaft konnte noch die Fleischmannsche[3]) Betriebsregulierung von 1827 — für den Bramwald geschrieben — aushilfsweise benutzt werden.[4]) Von 1827 bezw. von 1776 bis zum Jahre 1878 fehlt es an weiteren Überlieferungen.

---

[1]) Derselbe, welcher bei Einrichtung des Göttinger Stadtwaldes 1741 die Proportional-Schlageinteilung nach Bodengüte (Ertragsfähigkeit) zur Anwendung brachte.

[2]) Derselbe, welcher nach von Zanthiers Tode (1778) dessen Ilsenburger Meisterschule 1780 als Forstinspektor in Lauterberg fortzuführen suchte.

[3]) Auch Fleischmann, Oberförster zu Nörten, galt als besonders tüchtiger Forstmann.

[4]) Zur Ergänzung wurden außerdem herangezogen: Seidensticker, „Rechts- und Wirtschaftsgeschichte norddeutscher Forsten" (1896), Lotze, „Geschichte der Stadt Münden" (1878).

Da ein Überbrücken einer solch weiten Zeitspalte nicht ohne Kunst geschehen kann, wurde die Trennung in dem durch die Überschrift erläuterten Sinne vorgenommen. Es soll eine zweite Aufgabe sein, aus den beiden letzten Betriebswerken von 1878 und 1895 unter Zuhilfenahme des Hauptmerkbuches und Kontrollbuches abteilungsweise eine Bestandesgeschichte auszuarbeiten, welche den besonderen Zweck, zum akademischen Studium zu dienen, verfolgen wird.

Die Geschichte des 18. Jahrhunderts zerfällt naturgemäß in einen allgemeinen und einen besonderen Teil. Der besondere Teil hat die Aufgabe, die Forstorte einzeln anzuführen, Auskunft zu geben über den Boden, den Bestand und die Wirtschaft an Ort und Stelle. Zur Darstellung dieser Verhältnisse dienen eine Reihe farbiger Karten, deren Veröffentlichung aus finanziellen Gründen nicht gut angängig ist. Infolgedessen ist hier nur der allgemeine Teil abgehandelt.

Der Name des Reviers — „Cattenbühl" — wird verschieden erklärt. Die einen behaupten, es sei der Berg der Catten, welche einst vor ungefähr 2000 Jahren hier gelagert und gekämpft hätten; andere sehen darin eine Entstellung der Forstortbezeichnung „Katzenbeutel", wie sie sich für den heutigen Forstort Cattenbühl in den Betriebswerken des 18. Jahrhunderts angewendet findet.

Das Revier ist ein Teil des großen Kauffunger Waldes, welchen einst Kaiser Heinrich II. der Reichsabtei Kauffungen im Jahre 1019 schenkte. Später befindet sich der Wald — wohl durch Säkularisierung nach der Reformation oder auch schon durch einen früheren selbstherrlichen Akt — im Besitz der Landesherren von Hessen und Braunschweig-Hannover. Er ist in dieser Zeit „gemein", indem er von beiden Seiten gemeinschaftlich genutzt wird („gemeiner" Wald — hier also nicht Allmendwald!). Nach zahllosen Streitigkeiten, welche durch die „so schädliche Gemeinschaft" veranlaßt sind, kommt 1618 eine Trennung „in quantitate und qualitate" zustande. Der nördliche Teil des Kauffunger Waldes, u. a. die heutige Oberförsterei Cattenbühl, fällt Hannover zu. Gemeinsam bleibt noch das Walddorf Nieste mit seinem jährlich zwischen Hessen und Hannover wechselnden Landgericht. Dafür braucht das Dorf keine Soldaten zu stellen. Eine endgültige Regelung wird schließlich im Jahre 1831 herbeigeführt. Hessen erhält die hannoverschen Rechte an Nieste und das Dorf Wahnhausen, dagegen fällt an Hannover das vom Revier einerseits und der Werra andererseits völlig umschlossene Dorf Laubach.

Im 18. Jahrhundert untersteht somit der Wald bereits allein der Verwaltung in Hannover, der Königlich Großbritannischen und Kurfürstlich Braunschweigisch-Lüneburgischen Kammer, insonderheit dem Amt zu Münden, welches wiederum sich in das Ober- und Untergericht spaltet (schon seit 1379.

Das Obergericht befand sich damals im Schlosse zu Sichelnstein.). In das Bereich des Obergerichts gehört der heutige Cattenbühl mit Ausnahme des Schutzbezirks Hoheseld, welcher — bis 1854 zum Bramwald gehörig — mit diesem dem Untergericht zugeteilt ist.

Alle Einnahmen und Ausgaben werden durch das Amt verbucht. Die technische und Personal-Oberaufsicht führt jedoch das Oberforstamt zu Göttingen.

Zur Information der höheren Stellen und gleichzeitig für die Kontrolle der Wirtschaftsführung besteht die Einrichtung der Forstschreibtage. Sie werden alljährlich im September abgehalten. Wünsche der Interessenten über Freigabe von Schonungsflächen, über Holzabgaben aller Art dürfen hier geäußert werden. Über sie wird dann der Kammer berichtet. Wer zu bauen beabsichtigt, muß sich schon im Mai gemeldet haben, damit der beeidigte Zimmermeister im Laufe des Sommers die Anschläge machen konnte, wofür er mit 12 Mariengroschen für den Tag entlohnt wird. Der Forstschreibtag dient dazu, diese „Spezifikationen" zu prüfen, um sie dann zur „Ratifikation" an die Kammer weiter zu geben. Ist im verflossenen Wirtschaftsjahre Holz ohne Anweisung abgegeben worden, wie dies in besonderen Notstandsfällen — z. B. bei einstürzenden Häusern, für Mühlen — statthaft ist, so wird die Rechtmäßigkeit der Abgaben ebenfalls an dem Schreibtage nachgeprüft. Für die Schmiede besteht wegen ihres starken Holzverbrauchs die besondere Vorschrift, daß sie am Schreibtage ihren genauen Jahres-Bedarf angeben müssen. Die Hauptaufgabe der Forstschreibtage aber ist die, für das kommende Jahr die wirtschaftlichen Maßnahmen zu bestimmen, vor allem die Orte zu bezeichnen, welche in „Zuschlag" gelegt werden müssen (zum Verjüngungsbeginn!). Über Neukulturen wird beratschlagt, über den Stand der alten an die Kammer berichtet.

Besondere Erwähnung verdient noch die Vorschrift, daß bei Gelegenheit des Forstschreibtages eine Umfrage nach der Bewirtschaftung auch der Privatforsten gehalten werden soll. Es soll „dahin gesehen werden", daß sie nicht „ruinieret" würden. Daraus erhellt, welch großes Interesse am Walde schon die damalige Zeit hatte. Dieses basiert weniger in dem Furchtgefühl vor dem Gespenst der Holznot als vielmehr in der aufrichtigen Sorge um die „Posterität", wie sie häufiger deutlich zutage tritt.

Das Amt in Münden ist auch die Strafvollstreckungsbehörde für die „Forstwrogen". Da früher bei jährlicher Aburteilung viele sich der Bestrafung zu entziehen verstanden, schlägt Jacobi vor, daß monatlich das Amt die Strafen festsetzen und vollstrecken soll. Die Leibesstrafe, vor allem gegen Hirten, kommt vielfach zur Anwendung. Hase will die Geldstrafen erweitert wissen und macht folgende Vorschläge:

1. Für jedes übergelaufene Stück Vieh zahlen die Hirten 2 Reichsthaler (gegen 1 rthl. früher), im Wiederholungsfalle das doppelte usw. oder sie erhalten „proportionierte" Leibesstrafe.

2. Für jede beim Grasschneiden mit abgeschnittene Lohde sind 6 Pfennige für das Stück zu zahlen.
3. Bei nicht rechtzeitiger Abfuhr aus einer ordentlichen Hauung sind für die Klafter 12 Mariengroschen, für den Stamm 24 Mariengroschen Strafe zu zahlen.

Vieh kann gepfändet werden und wird erst nach Erlegung der Strafgelder ausgeliefert. Wer verbotene Wege fährt, verfällt ebenfalls in Strafe. Auch die Forststrafarbeit ist bekannt. Die Delinquenten können dazu verurteilt werden, die „Zuschläge" mit Gräben zu umziehen.

Für sämtliche, im Obergericht Münden gelegene Forsten sind 1739 ein reitender und vier gehende Förster, 1776 ein Oberförster und vier gehende Förster angestellt. Der reitende Förster hat seinen Wohnsitz in Nieste, die gehenden sind auf der „Blume", zu Lutternberg (heute Lutterberg), Oberode und Kleinalmerode stationiert. 1776 bewohnt der Oberförster das herrschaftliche Haus vor dem „Katzenbeutel", die jetzige Försterei Cattenbühl; die Stelle des reitenden Försters in Nieste ist Försterstelle geworden, dafür ist die Stelle auf der „Blume" eingezogen. Die Forstbedienten — früher „Forstknechte" — wohnen zum Teil in Diensthäusern, zum Teil in eigenen. Der Beamte in Lutternberg hat seine Dienstwohnung vermietet und weitab vom Revier am Forstort „Spork" seine Wohnung genommen. Mit Rücksicht auf seinen Fleiß und Eifer aber wird von der vorgesetzten Behörde dagegen nichts eingewendet.

Die Größe der Dienstbezirke ist nach heutigen Begriffen recht erheblich. Der Förster Buchholz in Oberode hat — die jetzigen Schutzbezirke Hohefeld und Haarth und den Forstort „Kleiner Steinberg" ausgenommen — die ganze heutige Oberförsterei Cattenbühl zu begehen, d. s. nach seiner eigenen Vermessung 6415 Morgen, 77 Quadratruten, 122 Fuß, dazu 100 Morgen, 94 Quadratruten, 45 Fuß Wiesen. Zu durchschnittlich 1500 ha wird man einen Försterbezirk zu damaliger Zeit rechnen dürfen.

Die Besoldung steht zur Reviergröße in keinem Verhältnis. Genaue Zahlen für das 18 Jahrhundert fehlen. Für das 16. und 17. Jahrhundert werden 4 und 8 Gulden[1]) Jahresbesoldung angegeben. Die Haupteinnahme sind Anweisungsgebühren für Holz und Trinkgelder für das eingetriebene Vieh; dazu kommen einige Naturalien, Getreide, auch Kleidungsstücke. So hat die Stadt Hedemünden für die Erlaubnis ihres Schweineeintriebes dem reitenden Förster in Nieste ein Paar Stiefel jährlich zu geben.

Für den Cattenbühl werden im 18. Jahrhundert die „Accidentien" der Forstbedienten normiert. Landwirtschaft zu treiben, ist den Beamten gestattet; in bezug auf Viehhaltung aber sind sie beschränkt: sie dürfen keine

[1]) 1 Goldgulden = $1\frac{1}{2}$ Reichsthaler; 1 Reichsthaler (1 rthl.) = 36 Mariengroschen (mgl.); 1 Mariengroschen = 8 Pfennige (Pfg.).

Schafe und Ziegen halten und nur vier Stück Rindvieh. In Mastzeiten haben sie einige „Freischweine". Strengstens verboten ist ihnen, selbst Holz zu verkaufen und sich am Holzhandel in irgend einer Form zu beteiligen. Um Unregelmäßigkeiten zu begegnen, wird jeder Förster mit einem Waldhammer ausgerüstet, welcher eine Wolfsangel und außerdem den Anfangsbuchstaben seines Namens trägt; er hat damit „alles Bau- und Brennholz und auch die überzuhaltenden Laßreißer" zu zeichnen. (Der zweite Punkt dieser Vorschrift konnte wohl kaum je durchgeführt werden!)

Jedem Förster ist ein „Eichenbinder" zugeteilt. Er hat die Aufgabe, Eichen zu pflanzen, soweit nicht die Interessenten dazu verpflichtet sind, und vor allem für sichere Umwährung der Eichheister gegen das Weidevieh zu sorgen. Jacobi macht den allerdings nicht erfolgreichen Vorschlag, den Lohn der Eichenbinder nach der Zahl der wirklich angegangenen Eichen zu bemessen. Hase muß ihre Tätigkeit in den letzten 6 Jahren lobend anerkennen, so daß er sich veranlaßt sieht, eine Lohnerhöhung für sie bei der Kammer zu befürworten. Ihr bisheriger Lohn wird auf 6 Thaler, 3 Malter[1]) Roggen und ein Drittel der Pfandgelder angegeben. Die Pfandgelder haben sie im Jahre 1739 bewilligt erhalten. Seit jener Zeit werden sie vereidigt und fungieren als Beamte. Zu ihren Dienstverrichtungen gehört auch die Grenzbewachung. Ein Gewehr zu tragen sind sie nicht berechtigt; ihre Ausrüstung besteht in einer Barte. Auch ist ihnen untersagt, nebenbei Ackerbau zu treiben.

Der Holzhauereibetrieb liegt zu Anfang des Jahrhunderts sehr im argen. Die Selbstwerbung ist die übliche Art. Im nahen Solling und im Harz ist schon ein Stamm ausgezeichneter Holzhauer vorhanden. Um auch für den Cattenbühl Holzhauer anzulernen, hat man zweimal Leute von dort hierher beordert. Sie haben sich aber nicht halten können trotz des hohen Lohnes von 16 Groschen für die Klafter, da die Einwohnerschaft ihnen äußerst argwöhnisch gegenübertrat und sie schlecht behandelte. Dazu kam der Nachteil, einer doppelten Haushaltung und teueren Zehrung, vor allem aber nach Hases Ansicht der Umstand, daß sie hier nicht wie daheim auch das Zopfholz und die Äste, „welche keinen Keil halten", mit in die Klafter legen durften. Erst allmählich gelingt es der Verwaltung, die Haunungen durch eigene Holzhauer, welche vereidigt werden, ausführen zu lassen. Ihr Lohn, dem, welchen die Leute an den Flüssen und bei der Wegearbeit verdienen, angepaßt, beträgt 7 mgl. für die Klafter und 4 mgl., 4 Pfg. für das Schock Wellen. Nur mit Mühe können die Holzhauer daran gewöhnt werden, außer der Axt auch die Säge zu gebrauchen.

Schließlich geht man in der Aufarbeitung sehr weit, indem schon Holzmengen von $^1/_4$ Klafter eingesetzt werden und alle Stärken von über

[1]) 12 Malter = 1 Fuder = 187 Liter.

4 Zoll (rund 10 cm)[1]. Davon sind nicht ausgeschlossen „Wind-, Fall- und Lagerholz, auch Feuerstucken". Der „Abschlag"[2]) wird zu Wellen gebunden. Allerdings wird hinzugefügt, daß man im „gemeinen Walde" (siehe S. 34 ff.) nicht zu ängstlich damit sein solle.

Der Begriff des Fall- und Lagerholzes (auch Leseholzes) ist genau bestimmt. Die für den Cattenbühl damals gültige Definition aus der Berechtigungsnachweisung von 1748 lautet:

„Fall- und Leseholz ist,

1. was der Windsturm einzeln umgeweht, wenn darin kein Nutzholz vorhanden,
2. was sonst etwa an Zweigen und Ästen abgefallen oder abgeschlagen worden,
3. weiches Unterholz, als Ellern, Birken, Heimbuchen (!), Sahlweiden und Haseln, welches die Interessenten zwar frei zu holen berechtigt, jedoch müßte solches forstmäßig geschehen,
4. Pollholz (Äste!) und Zweige, so nicht mit in die Klafter gehauen würden,
5. Äste und Zelgen, so sie von der Erde mit der Axt erreichen können, wenn sie aber auf den Baum gestiegen, wären sie bestraft worden."

Interessant ist, daß die Begriffe des Fall- und Leseholz für den Bramwald damals weit engere sind. In der für ihn maßgebenden Definition fehlen ganz die Punkte 3 und 5. So bemängelt 1776 Hase auch diese Begriffsbestimmungen.

Zu 3. „Wenn nun auch zugegeben wird, daß die Interessenten das weiche Holz aushauen dürfen, so wird doch nicht prätendiert werden können, daß das Heimbüchen zu dem weichen Holze oder Unholze, wie es im Amte benennet wird, gerechnet werden kann, es ist gerade eine der härtesten und brauchbarsten Laubholzsorten." So nützlich der Aushieb des „wirklich weichen Holzes", so schädlich hält Hase den Aushieb der Hainbuche. Sie bringt in Baumorten durch ihren geflügelten Samen und häufige Mast Blößen durch Samenlohden in Kultur, im Schlagholz erzeugt sie die meisten und besten Stammlohden.

Zu 4. Die Berechtigung wird ungebührlich ausgedehnt. Nach Hases Ansicht erhalten z. B. die Schmiede ein Drittel Holz mehr, als ihnen zukommt. Mit aller Strenge muß darauf gesehen werden, daß alles Holz über 4 Zoll eingesetzt wird.

Zu 5. Das Ästen ist eine schädliche Maßnahme, „besonders in der Laubzeit", und muß untersagt werden. „Es entgehen dem Baum die durch die Blätter und Zweige aus der Luft zuzuführenden Nahrungssäfte, der

---

[1]) Die sorgfältige Einklafterung des Holzes gelangte im Bramwald weit früher zur Durchführung.

[2]) Wohl das Astwerk, welches bei der Fällung abschlägt!

Saft des Baumes und dessen äußere Rinde wird durch das Abhauen beschädigt, und wenn in die von den starken Ästen entblößte Stelle die eindringende Näsße nicht allemahl eine Fäulnis im Schafte verursacht, sondern der Hieb wieder überwächset, so entstehet doch nichts als ein ungestalter und knorrigter Stamm." Von der Zukunft erhofft Hase einen strengen Bestandesschluß, welcher dann eine Selbstreinigung zur Folge habe. Dadurch käme die Ästung ohnehin in Fortfall. Die Kammer muß sich wohl diesen Ansichten Hases angeschlossen haben; denn dieser wie die übrigen Punkte bleiben unverändert bestehen.

Holztage sind damals schon der Dienstag und Freitag, und zwar sind sie nicht auf den Winter allein beschränkt, da die Verwaltung anerkennen muß, daß gerade im Sommer zwischen Saat und Ernte die freieste und damit auch die beste Zeit zum Holzholen ist.

Solange das Holz von den Interessenten selbst geworben wurde, war von einer richtigen Aushaltung des Holzes nicht die Rede; der jeweilige Verwendungszweck bestimmte die Aushaltung, viel, selbst noch gut verwertbares Material blieb im Walde liegen oder wurde auch eigenmächtig verkauft, wenn es transportabel war. Eine eigentliche Holztaxe bildet sich daher auch erst heraus, als man dazu übergeht, durch eigene Holzhauer bestimmte Sortimente herzustellen. Für die Nutzschäfte, welche bislang in ganzen Stämmen stehend angewiesen wurden, wird für die Preisfestsetzung entscheidend die Stärke. 1776 verkauft man sie nach drei Umfangklassen: 2 und 3 spännig, 4 spännig und 6 und mehrspännig. Die Spanne mißt 10 Zoll (rund 26 cm), so daß nach unserem Maß — der Umfang in den Durchmesser umgerechnet — 2 und 3 spännig rund 20 cm, 4 spännig rund 35 cm und 6 und mehrspännig rund 50 cm und mehr Durchmesser bedeutet. Für den Kubikfuß beträgt die Taxe 1 Pfg. Forstzins und 3½ Pfg. Accidens; für das Stammholz, welches aus den „Gehegebergen" (siehe S. 34 ff.) abgegeben wird, dagegen 4 Pfg. Forstzins und 2 Pfg. Accidens. Früher wurden ohne Unterschied der Quantität und Qualität des Holzes für den Stamm 27 mgl. gefordert. In wie hohem Maße dadurch der Willkür Tür und Tor geöffnet war, zeigt Hase an einigen Beispielen:

„Es sind u. a. einem Einwohner aus Rienhagen 1136 Fuß Eichenholz von Königl. Kammer verwilliget, es sind demselben dazu 8 Stamm Eichen[1]) angewiesen und er hat davor à Stamm 27 gl. 6 rthl. bezahlet.

Einem andern Einwohner aus Rieste sind 1182 Fuß Eichenholz verwilliget, es sind ihm dazu angewiesen 5 Stamm[2]), er hat also à Stamm 27 gl. davor 3 rthl. 27 gl. entrichtet, verfolglich hat letzterer, ob er gleich 46 Fuß Eichenholz mehr als ersterer erhalten hat, dennoch 2 rthl. 9 mgl. weniger in die Register bezahlet.

[1]) Die Eichen hatten i. D. einen Inhalt von 3,54 fm.

[2]) „ „ „ „ „ „ „ „ 5,88 „

In dem Dorfe Oberode sind einem Unterthan 116 Fuß, dem anderen 52 Fuß und dem dritten 14 Fuß Eichenholz[1]) von Königl. Kammer bewilliget worden, jedem von diesen dreien ist ein Stamm Eichen angewiesen worden, und so hat der letztere von 14 Fuß eben den Forstzins entrichten müssen, den die ersteren beiden von resp. 52 und 116 Fuß bezahlet haben, und der zweite hat gegen den ersteren wieder verloren, der erstere aber gegen beide profitiert."

Die Taxe für die Klafter[2]) gespaltenen Eichen-Nutzholzes (Böttcherholzes) setzt Hase von 1 rthl., 18 mgl. herauf auf $5^1/_2$ rthl. + $^1/_2$ rthl. Acc., indem er es mit dem Stabholz des Solling vergleicht, für welches 6 rthl. bezahlt werden[3]). Für das Schiffsbauholz ist eine feste Taxe nicht bestimmt. Es soll in jedem Einzelfalle nach Stärke und Güte eingeschätzt werden.

Während die Berechtigten für Brennholz nur eine geringe Anweisegebühr bezahlen (der „Vollspänner" 18 gl., der „Halbspänner" 9 gl. jährlich; Schiebkarren und Rückenholz ist frei), beträgt die Taxe für die Nichtberechtigten (Töpfer, Schmiede, Brenner u. a.)

für die Klafter Buchenscheitholz . .	24 gl.	incl. Acc.[4])
„ „ „ Buchenknüppel . .	15 „	„ „ [5])
„ „ „ Weichholz	12 „	„ „
„ 1 Schock Wollen	6 „	„ „
„ 1 Fuder (15 Maaß) Schmiedekohlen (inkl. Köhler- und Hauerlohn) .	2 rthl.	15 gl.

Auswärtige haben zu zahlen

für die Klafter Buchenscheitholz . .	1 rthl.	6 gl.
„ „ „ Buchenknüppel . . .		30 „
„ 1 Schock Wellen		9 „

Zu den Auswärtigen in diesem Sinne rechnet auch die Militärverwaltung. Vom Jahre 1735, in welchem das alte Schloß zur Kaserne umgebaut wurde, bis zum Jahre 1766 steht in Münden ein Regiment. Das Amt scheint dem Militär nicht sehr gewogen; denn außer den hohen Preisen, welche die Garnison zahlen muß, wird ihr das Holz ausdrücklich an den unbequemsten Stellen im Walde angewiesen, damit sie ihren Bedarf möglichst von anderswoher zu decken gezwungen wird. Der Jahresbedarf der „Baraquen" wird auf 600 Klafter angegeben.

---

[1]) 116 Fuß = 2,89 fm; 52 Fuß = 1,30 fm; 14 Fuß = 0,35 fm.

[2]) 1 Klafter à 216 Kubikfuß = 5,378 rm.

[3]) Die Taxe für Eichen-Nutzscheite I. Kl. ist heute 15 M. für 1 rm, d. h. 80,67 M. bezw. 26,89 Thl. für 1 Klafter.

[4]) Die Taxe für Buchen-Scheitholz ist heute 5 M. für 1 rm, d. s. 26,89 M. für die Klafter.

[5]) Die Taxe für Buchen-Knüppel ist heute 4 bezw. 3 M. (Stamm bezw. Astknüppel), d. s. 21,51 bezw. 16,13 M. für die Klafter. Heute ist also etwa die Mark an die Stelle des alten Groschens getreten.

Eine wichtige Bestimmung des Amtes bezw. der Kammer ist hinsichtlich der Holztaxe noch die, daß alle, welche sich in Münden und den Walddörfern ein neues Haus bauen, als Auswärtige gelten sollen.

Die Nutzungsrechte am Walde sind verschieden, je nachdem er „privativ“ oder „gemein“ ist. Im privativen Walde (in den „Gehegeforsten“, auch „Gehegebergen“) steht die Nutzung allein der „Herrschaft“ zu; der gemeine Wald ist mit Berechtigungen aller Art belastet. Von den 12 Forstorten, aus welchen 1739 das heutige Revier sich zusammensetzt, gehören 6 zum privativen und ebensoviele zum gemeinen Walde. Im Jahre 1776 ist die Einteilung plötzlich eine andere. 2 Forstorte sind dem gemeinen Walde abgenommen und dem privativen Walde zugelegt worden. Durch Observanz hat sich die Herrschaft dazu berechtigt gehalten.

Im privativen Walde üben die Weide aus die „Mündeschen Amtshaushaltspächter“ (heute Domänenpächter) mit ihrem Hornvieh und Schafen von Walpurgis (1. Mai) bis Bartholomäi (24. August). Die Mast ist zugunsten der Herrschaft verpachtet. Aber schon 1739 verzichtet sie auf diese Einnahme mit Rücksicht auf die Schonung des Waldes.

Wenn Holz aus dem privativen Walde abgegeben wird, so liegt ein besonderer „Gnadenbeweis“ vor. Es wird nur gegen höhere Bezahlung (cf. Holztaxe, S. 32) und gegen Revers verabfolgt, um die Entstehung von Berechtigungen zu verhüten. Dennoch scheint die Bauholzabgabe aus dem privativen Walde sich sehr stark eingebürgert zu haben. Denn den Anstoß zu der Haseschen „Forstuntersuchung“ hat vor allem der Umstand gegeben, „daß den Interessenten mit dem Bauholze aus den herrschaftlichen Gehegebergen hat geholfen werden müssen“.

Auf dem privativen Waldteile des Untergerichts, dem heutigen Schutzbezirk Hohefeld, lastet sogar eine Servitut. Das Dorf Wiershausen ist berechtigt, im Hermannshagen zu hüten, das benötigte Bau- und Nutzholz „gegen den üblichen Forstzins“ verabfolgt zu erhalten und das „Unter- und Lagerholz“ unentgeltlich zu holen.

Die Berechtigungen im gemeinen Walde sind Holz-, Hude- und Weide-, Mast- und schließlich Wege (Trift)-Berechtigungen. Die Taxationskommission im Jahr 1739 sieht sich gezwungen, von einer Aufzählung und Prüfung der Berechtigungen Abstand zu nehmen, da über Zahl und Maß die abweichendsten Ansichten herrschen. Sie begnügt sich daher damit, die Verhältnisse in der Weise darzustellen, wie sie sich zu jener Zeit tatsächlich vorfinden. Im Jahre 1748 wird dann eine Nachweisung gefertigt, welche die Grenzen der Berechtigungen einigermaßen genau festlegt. Die Berechtigten erhalten ihr Bauholz gegen bestimmten Forstzins, das Brennholz haben sie frei, soweit sie kein Gespann besitzen (s. o. S. 33). An allen, selbst an den entlegensten Stellen kann ihnen ihr Holz angewiesen werden. Bis die Kammer diese Entscheidung fällte, ist gerade dies ein häufiger

Beschwerdepunkt gewesen. Sonderlich hatten die Interessenten sich geschädigt und in ihrem Recht beschränkt gefühlt, wenn das Holz, welches sie nicht abgefahren hatten, anderweitig verkauft worden war.

Während in der ersten Hälfte des Jahrhunderts den Berechtigten jeglicher Holzhandel untersagt ist und hohe Strafen den treffen, welcher Holz verkauft — das Holz selbst wurde konfisziert —, findet sich in der zweiten Hälfte diese Bestimmung aufgehoben. „In Rücksicht auf den Holzvorrat", welchen Hase günstig beurteilt, wird den Untertanen gestattet, nicht nur das von ihnen gekaufte Holz weiter zu verkaufen, sondern auch das Brennholz auf den Markt zu bringen, welches sie an dem ihnen überwiesenen Quantum erübrigen. Durch Klauseln nimmt man nur darauf Bedacht, daß diese Erlaubnis sich nicht zu einer Berechtigung auswächst.

Die Hude und Weide wird mit Rindvieh, Pferden und Schafen ausgeübt. Letztere sind hin und her nach „Ställen" gerechnet. Der Stall zählt 200 Stück. Ziegen sind damals schon nicht mehr im Walde geduldet. Die Beamten haben die generelle Anweisung, jede Ziege, welche sie im Walde antreffen, sofort tot zu schießen. Tun sie das nicht, verfallen sie selbst in Strafe. Die Hutung des Nachts mit Ochsen hat sich als für den Wald sehr schädlich gezeigt. Der starke Verbiß, welcher häufig zu Klagen seitens der revidierenden Oberforstbeamten Veranlassung gibt, wird vornehmlich auf das Zugvieh zurückgeführt; den Förstern kann eine Schuld nicht beigemessen werden. Deswegen wird verordnet, daß die Ochsen des Nachts in Ställen gehalten werden. Um die Berechtigungen sich nicht gar zu weit ausdehnen zu lassen, gibt es noch eine ganze Reihe einschränkender Bestimmungen: Die einmal eingeräumte Zahl des Weideviehs muß innegehalten werden; die Beamten haben von Zeit zu Zeit überraschend Zählungen vorzunehmen; Schafe dürfen nur unter lichten Eichen, nicht in Buchenbeständen geweidet werden; die Zuschläge müssen wohl beachtet werden (scharfe Strafen für die Hirten! s. o. S. 28); die Hirten werden dem reitenden Förster präsentiert und durch Handschlag verpflichtet.

Im übrigen ist die Verwaltung bemüht, auch das Interesse der Weideberechtigten wahrzunehmen. Die Wirtschaft bringt manches Opfer. Die Eichen werden einzeln umwährt, damit zwischen ihnen das Vieh gehütet werden kann. Der Verjüngungszeitraum in den Zuschlägen wird abgekürzt, um diese für die Weide baldmöglichst frei geben zu können. Sogleich bei der ersten „Durchhauung" ist viel Oberholz zu entnehmen, lautet eine Bestimmung der Kammer, „mit Rücksicht auf die Hutung". Auch die Verfügungen, daß die Zahl der Schafe keinesfalls erhöht werden dürfe, daß keine fremden Schafe mit eingetrieben werden dürfen — auch nicht vonseiten der Amtsschäfereien —, zielen darauf ab, die Hute- und Weidegelegenheit möglichst günstig zu gestalten bezw. zu erhalten.

Die Mastberechtigung, der Eintrieb von Schweinen, ist örtlich nicht beschränkt und unentgeltlich. Wo aber in den Zuschlägen schon Aufschlag vorhanden, sollen die Schweine nur durchgetrieben werden, und wo noch kein Aufschlag vorhanden, sollen sie erst brechen dürfen, nachdem sie anderenorts sich satt gefressen haben. Andererseits sollen gute tragbare Masteichen vom Hiebe verschont bleiben.

Die Berechtigten sind zu Gegenleistungen verpflichtet, welche vor allem darin bestehen, daß sie Eichen pflanzen müssen. Auch zu Verbesserungsarbeiten aller Art können sie herangezogen werden. Von Wiershausen heißt es z. B., daß jedes Haus 2 Heister jährlich pflanzen müsse. Die Arbeiten sind naturgemäß wohl nur in den seltensten Fällen mit der nötigen Sorgfalt ausgeführt worden. Auch die Güte des Materials — von den Pflichtigen selbst gezogen — hat wohl meist zu wünschen übrig gelassen. So bildet sich denn im Laufe des Jahrhunderts die Gewohnheit heraus, daß die Pflanzungen durch die Verwaltung von den Eichenbindern ausgeführt und die Heister dazu aus eigenen Kämpen gewonnen werden. Die Kosten tragen die Interessenten. Später geht man sogar soweit, die Pflichtigen zur Aufbringung nur noch eines Teils der Kosten heranzuziehen, wenn es sich um folgende Arbeiten handelt: Vorrichtung von Eichenkämpen, Grabenziehung um die Zuschläge und zur Entwässerung nasser Stellen. Über die Höhe der Umlage wird an den Forstschreibtagen Beschluß gefaßt.

Die zahlreichen und stark geübten Berechtigungen drücken dem Waldbilde den Stempel auf. Die Holznutzung gewinnt erst nach und nach mehr Bedeutung; Weide und Mast sind sozusagen Hauptnutzung, deretwegen jedweder Bestandesschluß unerwünscht ist. Daher stellt sich der Wald — auch selbst der privative — als Plenterwald dar. Stellenweise trägt er wohl auch mittelwaldartigen Charakter, nämlich dort, wo man im Unterholz mit bestimmter Umtriebszeit wirtschaftet. In ihm eingebettet sind mehr oder weniger große Blößen, entstanden durch rücksichtslosen Hieb und mangelnde Schonung des spärlichen Jungwuchses. Das ganze Hühnerfeld, heute 16 Distrikte umfassend, wird 1739 als „durchweg Blöße" bezeichnet. Der regellose, lediglich dem Bedarf folgende Einzelaushieb immer der besten Stämme hat dem Walde diese tiefen Wunden geschlagen. Die gebildeten Forstleute der damaligen Zeit verurteilen diese Wirtschaft scharf, jedoch vermögen sie nicht die Verhältnisse mit einem Schlage zu ändern. Wenn auch die Lokalbeamten sich der Richtigkeit der neuen forstlichen Lehrsätze nicht verschließen, so sind sie doch noch gar zu sehr auf das Interesse der Einwohner und damit auch auf ihren eigenen pekuniären Vorteil bedacht. In den Betriebswerken von Jacobi und Hase finden sich eine unendliche Fülle der wichtigsten Wirtschaftsmaßregeln und waldbaulichen Vorschriften.

Obenan steht der Satz: An Stelle der Einzelaushiebe sollen „ordentliche Haye" treten. Jacobi nennt ihn, Hase muß ihn wiederholen. In den Verjüngungen soll zur Schonung des vorhandenen Aufschlages gehauen werden, „sonderlich wenn Schnee vorhanden". Kein Stamm soll im Laube gehauen werden. Welche Forstorte zunächst „rein gemacht" werden sollen, wird bestimmt. Aus den Hiebsorten ist das Holz bis zu einem bestimmten Termin abzufahren oder zu rücken. Durch nicht abgefahrenes Holz, vor allem durch Trümpfe, Pollholz und Abschlag, ist viel Schaden entstanden. Die einfache Bestrafung hat nicht gefruchtet. Wenn der Termin verstrichen, soll es daher künftig auf Kosten der Käufer gerückt und der Betrag „exekutive beigetrieben" werden. Es darf aus den jüngeren Orten das Holz nicht durch die älteren hindurch abgefahren werden. Die schweren Klötze (wohl in der Hauptsache Knorrholz!), welche an entlegenen Stellen in den Verjüngungen häufig liegen geblieben sind, sollen sofort mit Pulver gesprengt und für die Schmiede verkohlt werden. Die Hiebsrichtung an den Hängen soll von der Höhe herab in gerader Linie nach dem Tal hin verlaufen. „Alles Holz, was in den ersten Durchhauungen als was in der Nachhauung weggenommen werden soll", ist mit der „Mahlbarte" durch den Beamten anzuschlagen. Auf die Auswahl der Samenbäume ist besonderer Fleiß zu verwenden. Der Hieb kann schärfer als früher geführt werden, ohne doch von der Regel abzuweichen, „daß die Samenbäume in hinlänglicher Anzahl, damit der Boden nicht verangere, stehen bleiben müßten". Die Nachhauungen sind nicht zu spät, aber auch nicht zu früh vorzunehmen. „Der zu hoch gewordene Anwachs verdumpfet und verbuttet und leidet durch die Fällung der Samenbäume und durch die Abfuhr unendlich und da der unmittelbar unter denselben gestandene Anwachs gar nicht hat in die Höhe kommen können, so entstehen bei der zu späten Nachhauung der Samenbäume, soweit deren Traufe gereicht hat, Blößen, die sich auch nur zu sehr in den herangewachsenen Zuschlägen der Mündeschen Forsten finden." Andererseits soll den „Samenlohden" auch der nötige Schutz gewährt werden. Es sind keine neuen Örter anzuhauen, wenn noch Nachhauungen erforderlich sind. In einem Falle, in welchem auf der Höhe ein Hieb geführt ist, wird moniert, daß nicht ein Streifen Holz an der Seite unberührt gelassen ist „zum Schutz des Hayes vor den kalten und sohren (wohl trockenen!) Winden". Die Bedeutung eines Windmantels ist also bekannt. Den Interessen der angrenzenden Feldbesitzer soll Rechnung getragen werden durch Freihieb der Grenzen, um die „schädliche Beschattung" zu verhindern. Auf Anlage von Wiesen, zu denen manche Blöße als geeignet angesehen wird, soll Bedacht genommen werden. Viele Wege, „vor allem in den jungen Hayen", sind überflüssig und zu „vergraben" (durch Gräben zu sperren). Vom 30. Oktober 1750 stammt eine besondere Verordnung „wegen Anlag- und nachmaliger Schonung der Zuschläge" von Georg

dem Anderen. Eine nicht ganz verständliche Vorschrift ist, daß während der Mastzeit der Hieb ruhen soll.

Hase, von dem die meisten dieser Bestimmungen stammen, zweifelt wohl selbst an ihrer sofortigen und gründlichen Ausführung; denn er sagt, die Bedingung zur Herstellung der Ordnung in den „in Verfall geratenen Forsten" sei „ein fleißiger und aktiver Oberforstbedienter", welcher unterstützt sein müsse durch die Unterforstbedienten.

Hauptholzarten in dem Plenterwalde sind Eiche und Buche. Einmal ist die Eiche herrschend, an anderen Stellen wieder die Buche. Reines Eichenoberholz steht an der Querenburg und Herrenspitze.

Der natürlichen Verjüngung der Eiche wie auch ihrer künstlichen Nachzucht wendet man besondere Aufmerksamkeit zu. Selbst die Privatforstbesitzer sucht man zu bestimmen, die Eiche in ihren Forsten nachzuziehen. 1739 finden sich schon vereinzelt Eichenkämpe, 1776 hat fast jeder Forstort einen und mehr Kämpe. Die schlechten Heister werden hier zu gunsten der guten entfernt, die krummen insonderheit ausgemerzt. Man ist in jeder Weise damals schon darauf bedacht, stufige Pflanzen zu erziehen, da man die Erfahrung gemacht hat, daß die schlanken Heister dem Schnee und Reif erliegen.

Die Auspflanzung hat mit der größten Sorgfalt zu geschehen. Vor allem sind die Pflanzen mit allen ihren Wurzeln auszuheben. Als Regel gilt: „Stämme in trockenem Boden erzogen, gedeihen nicht auf nassen Grund versetzt und umgekehrt." Die Pflanzenentfernung wird auf 12 Fuß, später 16 Fuß angegeben. Daß man dazu übergeht, die Pflanzenarbeiten mit Rücksicht auf gute Ausführung durch Angestellte vornehmen zu lassen, wurde schon erwähnt.

So sehr dafür eingetreten wird, auf Blößen, Triften, an Wegen, an den Grenzen zu ihrer Markierung und überall da, wo die Rücksicht auf die Hutung es erfordert, Eichen zu pflanzen, so möchte man doch gern die Pflanzung auf diese Stellen auch beschränkt wissen und sie im übrigen natürlich verjüngen. Zu dem Ende sind geeignete Orte in Zuschlag zu legen, „auf welche Weise am füglichsten und besten Eichenholz, auch weit bessere Baustämme, als mit Zupflanzungen angezogen werden können". Dieses Urteil ist ganz besonders interessant.

In der Verjüngung schneidet man die Eichen frei. Es wird von einem Versuche erzählt, welcher gemacht wurde, die „Blümer" Bürger zu bestimmen, gegen den geringen Zins von 3 gl. für das Schock Wellen „das den Anwachs schädigende weiche Holz" herauszuhauen. Der Verjüngungshieb ist an kein Schema gebunden. „Das Bedürfnis bestimmt die Stämme und deren Auswahl in der Forst."

Auf Erhaltung der Eichenholzvorräte ist man außerordentlich bedacht, obwohl Jacobi 1739 den Vorrat — wenigstens im privativen Walde —

als reichlich bezeichnet. (In den Forsten des Untergerichts, in der Hauptsache im heutigen Bramwald, ist er damals „gleichmäßig schlecht".) Zunächst soll der Hieb nur abständige Stämme entnehmen; jedoch soll er auch in die entfernt gelegenen Buchenbestände hinein, um dort die vereinzelten Eichen herauszuplentern. Die Entlegenheit darf einen Unterschied in der Stärke des Hiebes keinesfalls bedingen. Ganz in Verruf wird der stammweise Verkauf erklärt, bei welchem ein Stamm dasselbe kostet wie jeder andere (siehe oben S. 32). Aber auch die Verkaufsart des Solling nach den drei Sortimenten — Schwelle, Säule, Riegel — wird dem schon vorerwähnten Verkaufsmodus nach Umfang und Inhalt nachgestellt. Es wird angeordnet, daß Balken und Sparren künftig nicht mehr von Eichenholz sein sollen, sondern von „ohnehin dazu weit nutzbarerem" Tannenholz (Fichtenholz!), „das auf der Werra zu haben sei" (wahrscheinlich geflößte Thüringer Fichten!). Das nötige Quantum beschafft ein Holzhändler. Bevor den Untertanen Eichenholz aus dem privativen wie auch gemeinen Walde angewiesen wird, ist zu prüfen, ob sie nicht aus ihren Gemeindeforsten ihren Bauholzbedarf decken können. Allerdings verfolgt diese Bestimmung auch noch den Nebenzweck der Erreichung möglichst hoher Einnahmen für die Herrschaft; als Schiffsbau- und Stabholz wird die Eiche außerhalb des Landes weit besser bezahlt. Aus dem Eichen-Fall- und Lagerholz muß alles, was noch zu Nutzholz tauglich ist, herausgesucht werden, der Rest wird eingeklaftert. Damit wird jegliches Eichenholz der Werbung als Fall- und Leseholz entzogen. Für den Bramwald lautet die Definition für das Fall- und Leseholz 1827 dementsprechend:

Punkt 1. Das Eichen-Fall- und Lagerholz gehört nicht dazu. Das „Stahl- und Wellerholz" (!) (jährlicher Bedarf 150 Schock; der Erlös dafür rund 21 Reichsthaler) ist vom Weichholz zu nehmen, von Eichen nur, wenn diese zu weiter nichts als zu Feuerholz tauglich sind.

Der Umtrieb der Eiche ist 200jährig — „nötig zur Vollkommenheit einer Eiche".

Der außerordentliche Eifer, mit welchem die Nachzucht der Eiche und die Erweiterung ihres Gebietes betrieben wird, verhindert nicht, daß auf geeigneten Standorten auch die Buche nicht nur geduldet, sondern auch gefördert wird. So bestimmt Hase für den Forstort Kleeberg: Es sollen mehr Buchen-Samenbäume stehen bleiben, „damit man des Wiederanwachsens von Büchenholze gewiß sei". Aber auch schon aus dem Jahre 1739 sind Belege genug vorhanden, welche beweisen, daß man die Buche keineswegs zu Gunsten der Eiche verdrängen wollte. Das Betriebswerk enthält spezielle für die Buchenwirtschaft ausgearbeitete Regeln. Was schon allgemein angeordnet wurde, wird für die Buche ausdrücklich wiederholt: Keine Einzelaushiebe, sondern strichweise ordentliche Hauungen; keine neuen Anhiebe vor beendigter Aufräumung der alten Hiebsorte. Die Fällungs-

schäden lassen sich vermindern, wenn das Altholz nicht übermäßig lange wie früher übergehalten wird. Wo Rücksicht auf den Boden und die Exposition es erfordert, soll andererseits der Hieb vorsichtig geführt werden, „indem, wann solche Haye zu rein abgetrieben werden, der Boden leicht mit Gras überzogen wird, daß hernach der Same nicht in die frische Erde kommen kann, auch von dem Winde gemeiniglich viele Laßreiser umgeworfen werden". Stockausschläge sollen nicht stehen bleiben; nur aus Kernpflanzen darf der neue Bestand sich zusammensetzen. Aber auch unter diesen ist Auswahl zu treffen, indem nur „Laßreiser von jungen und geraden Stämmen" zu belassen sind. Die Plätze, auf denen Mutterbäume nicht mehr stehen, sollen gehackt und mit Buchensamen eingesät werden. Weitergehende Bestimmungen zu Gunsten der Buche sind kaum zu wünschen.

Immerhin gilt die Eiche als die wertvollere Holzart. Wo „viele junge Eichen" mit Buchen gemischt vorkommen, soll alle 30 Jahre die Buche abgehauen, als Unterholz behandelt werden. Die Eichen-Buchenmischung wird als ein erstrebenswertes Wirtschaftsziel angesehen. Zur „Konservierung von Jungeichen" ist einmal ein besonderer Hieb geplant; dadurch würde nicht allein den Eichen Luft gemacht, sondern es könnte unter ihnen „demnächst gut Buchen-Unterholz angezogen werden". Es ist nicht ganz fraglos, ob darunter künstlicher Unterbau mit Buche zu verstehen ist; immerhin kann man es annehmen. Fraglos aber ist, daß in dieser Begründung zu dem Vorschlag der Hinweis auf Bestandesmischung liegt.

Außer Eiche und Buche tritt bestandesbildend von Natur nur noch die Erle auf. Über sie ist nicht viel gesagt. Sie nimmt die bruchigen Stellen des Reviers ein und erhält sich hier durch ihren Stockausschlag in der Hauptsache ohne menschliches Zutun. Meist ist ihr Wuchs als krüppelig und storrig bezeichnet. Hase wünscht ihren Holzvorrat zu steigern, rät zur Anlage eines Erlenkampes und zur Bepflanzung von jährlich zwei Morgen. Nach Hases Ansicht kommt zur Kultivierung der bruchigen Blößen sonst nur noch die Eiche in Frage, welche aber eine vorherige Wasserableitung erforderlich mache, die für die Erle zu entbehren sei.

Fast überall im Einzelstand finden sich Birken. Waldbaulich scheint man sie nicht gar zu niedrig veranschlagt zu haben. Wenigstens ist einmal mit Bedauern davon die Rede, daß eine für eine schlechte Bodenpartie am Braunewaldsgrund allein für geeignet erachtete Birkensaat nicht zur Ausführung gelangen kann, da die Birke als Weichholz im gemeinen Walde von den Holzberechtigten abgeschnitten wird. Abnehmer des Birkenholzes sind die industriellen Unternehmungen, das Alaunbergwerk auf dem Steinberg, die Porzellanfabrik in Münden. Ein Teil ist auch zu „Kalkholz (!) vor die Kasernen" verkauft.

Die Hainbuche („Heimbuche") wurde schon beim Kapitel über das Fall- und Leseholz erwähnt. Sie ist nicht nur Unterholz, sondern wird als

Oberholzbaum sogar hoch geschätzt. Zu dem besonderen Zweck, eine Hecke zu bilden, hat sie hin und her Verwendung gefunden. Die Trift zwischen Hermannshagen und Querenburg wird beiderseitig durch eine „Plantage" von Hainbuchen begrenzt zum Schutz der dahinterliegenden Verjüngungen vor dem Vieh und zur Verhütung der Erweiterung der Trift.

Von sonstigen Laubhölzern werden genannt Eschen, Oehren (Ahorn!), Ilmen (Ulmen!). Ihr einziger Standort ist der Arensiek. Wegen der Wertschätzung dieser „so seltenen edlen Hölzer" und wegen der exponierten Lage dieses Forstorts wird verfügt, daß er inklusive der daranstoßenden Blöße „gegen den Anlauf des Viehes" umfriedigt wird. Die Blöße soll dann mit Eschen-, Oehren- und Ilmensamen besät werden, „um mit der Zeit diese Gattung nützlichen Holzes nach und nach in den übrigen Forsten verbreiten zu können.[1]) 1776 ist von einer Öhren- und Eschenpflanzung am Katzenbeutel „nach dem Dresch hin" die Rede.[2])

Im Unterholz ist viel Sahlweide („Söhlen") enthalten. Soweit das Unterholz für sich bewirtschaftet wird, ist ein 20 bis 30 jähriger Umtrieb angenommen, welcher damit begründet wird, daß dann Stärken erreicht würden, die das Holz zum Einklaftern geeignet machen.

Nadelholz ist zu Anfang des Jahrhunderts noch gänzlich unbekannt. In dem „Forstbereitungsprotokoll" von 1739 finden sich die ersten Vorschläge zu Versuchen mit der Nadelholzsaat. Die große Blöße des Hühnerfeldes soll durch Eichenpflanzung wieder in Kultur gebracht werden — oder auch durch „Tannensaat" (Fichten!). Man hält dafür, „daß wohl Tannen in diesen Gegenden füglich könnten gesät und dadurch nach und nach dieser sehr große Ort zum Holzanwuchs gebracht werden". Die Anlage eines Kampes, der vor allem gegen Schafe gut zu schützen ist, wird angeordnet; Tannensamen soll hier „zur Probe" gesät werden. Auch für den „Kleinen Steinberg" wird die Tannensaat empfohlen mit demselben Hinweis: „indem sie das leichteste Mittel sein würde, diese Gegenden zum Holzanwachs zu bringen."

Nach einem Forstschreibtagsprotokoll sind dann die ersten Probesaaten im Jahre 1742 und zwar auf den Blößen der „Platte" ausgeführt worden. Sie werden als „aufgegangen" bezeichnet. Hase hat 1776 aber von ihnen dort nichts mehr vorgefunden, sondern statt ihrer gut gelungene Eichenpflanzungen. Seit 1770 sind auf dem Hühnerfelde „aneinanderschließende Tannenkämpe" (1776 hatte die Kultur eine Größe von 16 Morgen) „mit sehr großem Nutzen für die Posterität angelegt". Aus dem Jahr 1774

---

[1]) Der Arensiek trägt heute einen selten schönen Eschen-, Ahorn- und Eichen-Misch-bestand, welcher sich aus jener Saat entwickelt haben mag.

[2]) Von der Pflanzung am Katzenbeutel ist nichts erhalten geblieben.

stammt eine „Tannen-, Fuhren (Kiefern!)- und Birkensaat" am Katzenbeutel „in den alten Steinkuhlen hinaufwärts, wo der Boden milder wird".[1] Seit jener Zeit ist der Nadelholzanbau, insonderheit und fast ausschließlich der der Fichte ständig ausgedehnt worden (1895: 37,6 % der Holzbodenfläche Na. 16,9 % Ei., 55,5 % Bu.). Für die künftigen Nadelholzsaaten wird 1776 bestimmt, daß Eicheln nicht mehr mit einzustecken sind, da sie doch überwachsen würden.[2] Der Graswuchs erweist sich in den meisten Fällen als besonderer Feind der jungen Kulturen. Zu seiner Bekämpfung schlägt Hase vor, man solle im Nachsommer das Vieh durchtreiben und im Frühjahr darauf dann gründlich nachbessern.

Man verspricht sich außerordentlich viel von den „Tannen". Einmal werden sie das nötige Bauholz für die Untertannen liefern, zum zweiten ist mit einer „sehr großen Revenue" zu rechnen wegen der hohen Verkaufspreise und der leichten Absetzbarkeit des Holzes, bedingt durch die günstige Lage der Forsten in der Nähe schiffbarer Flüsse. Ja, man geht sogar soweit, die Hoffnung auszusprechen, daß der Abfluß des Geldes außer Landes aufhören wird. Andererseits hat man doch auch wieder waldbauliche Bedenken. Da am Braunewaldsgrund die Birkensaat nicht ausführbar ist (siehe oben S. 40), sieht man sich genötigt, „Tannen" zu säen. Man ist hier in Sorge, „daß später die jenseits der Braunewaldsgrund belegenen Laubholzreviere mit Tannen überzogen werden". Aber „da der Tannensamen nur bei den Südwestwinden größtenteils ausfliegt", glaubt man doch die Saat ausführen zu dürfen, „zumal wenn bei demnächstiger Anlegung der Hauung gehörige Überlegung angestellt wird". Trotz ihres hohen Holzwertes will man zur Fichte also nur greifen, wo der Boden entblößt oder infolge falscher Wirtschaft rückgängig ist.

Fleischmanns Ansichten über das Nadelholz aus seinem Bramwalder Betriebswerk von 1827 mögen hier angefügt werden: Die Kiefer ist der Fichte vorzuziehen. Bei der Fichte sind die Nachbesserungen teilweise ganz enorm. Ihr Anbau an den „südlichen dürren Wänden" ist zu loben; „aber ob ihr Gedeihen einen angemessenen Holzertrag verspricht, ob sie den Boden nach Wunsch bessern und ob die Wohlfeilheit ihrer Anlage ihr den Vorzug vor dem Laubholze sichern wird, das sind Zweifel, welche sich noch immer erhalten".

Mit einigen Bestimmungen und Ansichten wird man nicht harmonieren, man wird sie sogar als veraltet und überholt bezeichnen dürfen, ohne zu scharf zu urteilen; ihr weitaus größter Teil aber besteht heute noch zu Recht

---

[1]) Dieser Bestand steht heute noch und ist durch Reichtum an Masse ausgezeichnet, an welcher die Kiefern den Hauptanteil haben; der Stammzahl nach sind die Fichten stärker vertreten. Er wird als Schönheits-Plenterwald bewirtschaftet.

[2]) Als die Herrschaft die Verpachtung der Mast aufgibt (siehe S. 34), ist davon die Rede, daß man „Einsämungen" vorzunehmen beabsichtigt. Außer diesen beiden Stellen findet sich eine Eichelsaat für den Cattenbühl nicht erwähnt.

und findet sich in unsern Waldbaulehrbüchern ungeändert wieder. Ja, man muß geradezu staunen, welch scharfer Blick die Forstleute dieser alten Zeit ausgezeichnet hat, der umso höher deswegen einzuschätzen ist, weil ihm die Kenntnis der fundamentalen Naturwissenschaft noch nicht hilfreich zur Seite steht.

Zum Schluß sei noch einiges über die Forsteinrichtung gesagt, endlich noch der gewerblichen Betriebe gedacht, welche im Cattenbühl zu jener Zeit ihre Stätte haben oder doch wenigstens auf ihn als Holzlieferanten angewiesen sind.

Die Instruktionen für die Taxatoren werden für den Einzelfall ausgearbeitet. Der Begang der Grenzen und ihre Festlegung bildet den Anfang der Arbeiten. Zur Verhütung „alles Einräumens" müssen sie mit „Haagen (!) und sonst mit Steinen oder Graben bemerket" sein, „umsomehr als entschieden starke Einräumungen vorgekommen sind". Selbst die Grenze zwischen privativem und gemeinem Walde soll versteint sein, ebenso wie die Grenzen gegen Privat- und Ortschaftsforsten. Nur die Landesgrenze reguliert die „Königliche Geheimte Rathsstube". Die teilweise gänzliche Unkenntnis des Grenzverlaufs wird 1739 gerügt. Fragliche Grenzen werden in der Weise berichtigt, daß jeder der Angrenzer die Hälfte des fraglichen Stückes erhält. Die Bäume, welche darauf stehen, werden gefällt und verkauft, der Erlös ebenfalls geteilt. Die „schädlichen Wiesenenklaven" sollen angekauft oder eingetauscht werden. Aus welchem Grunde sie als schädlich angesehen werden, wird nicht gesagt.

Die Hauptaufgabe der Taxation bildet die genaue Beschreibung der Forstorte und die Holzvorratsermittlung. Der erste Punkt ist dem speziellen Teil der Arbeit vorbehalten. Nur über die Bodenbeschreibung, welche die Betriebsregelung von 1776 vor der von 1739 auszeichnet, seien einige Worte gesagt. Sie beschränkt sich auf ganz allgemeine Ausdrücke, wie „gut", „schlecht", „bruchig" u. a. m. Man schätzt aber schon damals die Bodenqualität ein nach der Leistung des Bestandes und diese nach der Länge der „Jahresschüsse". Jedoch hütet man sich vor Verallgemeinerung. In einem Falle, welcher für den Verfasser besonderes Interesse hatte (cfr. Abhdlg. des Verf. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. 42 Jahrg. (1910), S. 568 ff.), heißt es: Grund und Boden „mittelmäßig"; Bestockung „sehr gut". Hier ist also scharf unterschieden zwischen Boden- und Bestandesklasse!

Die Holzvorratsermittlung geschieht durch im Schätzen besonders geübte Köhler und Holzhauer, welche aus dem Harz und dem Solling hierher verschrieben werden. Sie gehen die Orte im Abstand von „40, 50—70 und 80 Schritten" je nach der Beschaffenheit des Bestandes durch („Forstgang") und schätzen, „wie viel Klafter Holz 6 Fuß ins Quadrat[1]) vor jetzo daraus,

[1]) d. s. 216 Kubikfuß = 5,378 rm.

wann solche excl. derer stehen bleiben nötigen Laßreiser forstmäßig abgetrieben würden, erfolgen könnten". Auf den Zuwachs wird 1739 nicht „reflektieret". 1776 werden außer dem Klafterholz (Buchenholz) auch die Eichen nach Spannen zu 10 Zoll (rund 26 cm) geschätzt und ausgezählt; für die Buche wird ein gleichbleibendes Massenzuwachsprozent von 2,5 angenommen und die Aufrechnung einbezogen.

Bei der Zusammenstellung der Zahlen ergibt sich 1739 ein äußerst ungünstiges Bild. Der ermittelte Vorrat von 51 000 Klaftern (nur Buche!) — der Konsumtion gegenübergestellt — ist in etwa 12 Jahren aufgebraucht. Ein Verkauf des Holzes nach Cassel unterbleibt daher künftig. 1776 dagegen ist das Resultat weit besser. Hase findet einen höheren Vorrat (69265 Klafter Buchenholz, 57564 Stück 3 bis 12spännige Eichen), welchen er sich dadurch erklärt, daß seinerzeit der Zuwachs nicht berücksichtigt wurde und bezüglich des Bedarfs rechnet er mit andern Zahlen, indem er die tatsächliche jährliche Abnutzung nach Angabe der Förster zum Ausgangspunkt nimmt. So kommen z. B. bei ihm nur 2 Klafter Buchenholz auf jede Feuerstelle des Obergerichts Münden, deren Zahl er auf 636 angibt, während Jacobi 656 mit 5 multiplizierte. Sein Buchenholzvorrat reicht für 69 Jahre aus. 425 Klafter können noch jährlich verkauft werden. Der Einschlag an Eichenholz kann 35 Jahre lang jährlich 677 Stämme betragen. 377 Stück davon sind verkäuflich; das Stück zu 5 Rthl. „durch die Bank", dazu 425 Klafter Eichenholz, bedeutet eine Jahreseinnahme für die Herrschaft von 2355 rthl. 30 gl.[2])[3]) Bei strenger Nachhaltigkeit dürfte der verfügbare Eichenholzvorrat nicht schon in 35 Jahren aufgezehrt sein, sondern erst nach 65 Jahren. Hase weicht bewußt von der alten Haushaltsregel ab, welche er folgendermaßen formuliert: „die Forsten nicht zu stark anzugreifen, sondern selbige auf eine nachhaltige Art zu behandeln", weil ein großer Teil der Alteichen schon jetzt faul und „in 30 Jahren" sicherlich ganz unbrauchbar ist. Deswegen meint er, kommt „die zweite Regel einer guten Forstökonomie" zur Anwendung: „bestmögliche Benutzung der Forsten". Nach Ablauf der 35jährigen Periode wünscht er eine Neufestsetzung des Etats.

Trotz der Sorgfalt, mit welcher Hase gearbeitet hat, scheint ihn — im Gegensatz zu Jacobi — doch ein gewisser Optimismus beeinflußt zu haben. Denn 1827 — das möge hier sogleich gesagt werden dürfen — findet Fleischmann den Eichenholzvorrat „stark angegriffen" vor, so daß er, um einigermaßen die Abnutzung in gleicher Höhe zu halten, eine Umtriebserniedrigung befürwortet.

---

[2]) Die Kammer setzt die Gesamteinnahme aus Holz nachher fest auf 2598 rthl. 18 gl.

[3]) Weitere genaue Zahlen zu bringen, würde zu weit führen und ziemlich wertlos sein, da alle Zahlenangaben sich auf die gesamten im Obergericht liegenden Forsten beziehen. Ein Vergleich mit der heutigen Abnutzung und Einnahme ist daher nicht ohne weiteres zulässig, weil die Flächen sich nicht decken.

Die Einrichtung eines Kontrollbuches bezüglich der Eichenholzabnutzung ist bekannt. Jeder „Revierforstbeamte" führt über alles Eichenholz, welches aus seinem Revier herauskommt, Buch nach Gattungen getrennt — Bau-, Nutz-, Schiffs-, Stab-, Feuer-, Diebstahlholz, Windwurf und sonstiges. Die Bücher werden „dem Rechnung führenden Forstbedienten" jährlich zugestellt und dem Register angehängt, „damit in Zusammenhaltung dieser jährlichen Konsumtionstabellen mit der entworfenen Taxationstabelle die Richtigkeit dieser letzteren bewähret und der jedesmalige Vorrat der Eichenstämme ausfindig gemacht werden könne".

Auch gibt es im gewissen Sinne schon ein Hauptmerkbuch. Über die Haye und Zuschläge wird jährlich eine Veränderungsnachweisung aufgestellt.

Eine Vermessungstabelle fehlt. Zwar schlägt die Taxationskommission im Jahre 1776 eine Vermessung der Forsten vor. Die Kammer — „von dem großen Nutzen derselben sattsam überzeuget" —, will jedoch für den Cattenbühl damit warten, bis die Vermessung im Solling beendet ist.

Ebenso fehlt ein Wegebauplan, da der Wegebau selbst noch unbekannt ist.

Die Berechtigungsnachweisung wurde schon erwähnt. Bei jeder Taxation wird sie revidiert.

Als selbständige gewerbliche Betriebe finden sich im Walde mehrere Glashütten, Steinbrüche (am Katzenbeutel), ein „Steinkohlen"- (!), ein Alaunbergwerk (beide am Steinberg. Besitzer: Oberhauptmann von Hanstein. Letzteres in der Mitte des Jahrhunderts eingegangen. Heute werden dort Braunkohlen gewonnen), Tongräbereien (ebenda), außerhalb des Waldes — aber auf ihn angewiesen — Pottaschenbrennereien (in Nieste), Branntweinbrennereien, Brauereien und schließlich eine Porzellanfabrik (in Münden). Soweit sie als Holzkonsumenten in Frage kommen, steht man ihnen feindlich gegenüber. Der jährliche Holzbedarf einer einzigen Glashütte wird 1580 schon auf 800 Klafter = rund 2900 fm veranschlagt. Bei diesem Verbrauch war Holzmangel zu befürchten, so daß man auf Verminderung der Hüttenzahl bedacht ist. Man beschuldigt auch die Glaser der Wilddieberei; eine Büchse zu tragen ist ihnen daher bei schwerer Strafe verboten und nur die Ausrüstung mit Schweinespießen gestattet. Jetzt steht nur noch die Glashütte bei Ziegenhagen außerhalb des Reviers. Die Forstortsnamen Hüttengraben und Glasebach erinnern heute noch an diesen schon aus dem 15. Jahrhundert stammenden Betrieb. Gegen die vier Pottaschenbrenner in Nieste wird energisch vorgegangen. 1739 wird verfügt, daß sie künftig ihr Holz nicht mehr frei bekommen sollen, sie sollen es kaufen oder „ihren schädlichen Betrieb" einstellen. Die 48 Töpfereien (vor allem in Oberode) mit 26 Brennöfen (ihr Jahresverbrauch wird zu 20 Klafter gerechnet), die 18 Branntweinbrennereien und die 12 Schmieden (je 10 Klafter Jahresverbrauch) dürfen die Zahl ihrer Betriebe nicht vermehren im Interesse der Befriedigung der „Notdurft" der übrigen Unter-

tanen. Den Schmieden wird das Recht genommen ihre Kohlen selbst zu gewinnen. Die Brenner und Brauer erhalten jenes Holz, „welches den Interessenten zu weit und zu beschwerlich zu holen". Die Hiebsorte werden ihnen erst geöffnet, wenn der „Abschlag" (siehe S. 31) durch die Interessenten „konsumieret" ist. In Bezug auf die Tongräberei wird bestimmt, daß der Ton „in ordentlichen Bänken" gegraben werden soll, nicht wie früher auf weit verteilter Fläche. Die Töpfer zahlen jährlich 18 mgl. „Tonforst". Ebenso wird 1776 der Betrieb in den „Steinkuhlen" geregelt. Der Abfall und Schutt darf nur an der Stelle aufgehäuft werden, welche von den Forstbedienten dazu bezeichnet ist. Von einer Erhöhung des Pachtgeldes aber nimmt man Abstand, da der Steinbruch viele Leute von auswärts beschäftigt und dadurch Geld ins Land kommt. Deswegen soll auch nicht auf den Bodenverlust „reflektieret" werden. Die vom Drosten von Hanstein (Vater des oben Genannten) gegründete Porzellanfabrik, im heutigen Stadtpark gelegen (1855 wurde der Betrieb eingestellt), bezieht ihr Holz aus dem Werrahange des Katzenbeutels. Aus dem Grunde fehlen hier sowohl Samenbäume wie Laßreiser, was Hase 1776 moniert.

Beiläufig sei noch erwähnt, daß im Jahre 1638 der letzte Wolf zur Strecke kam oder vielmehr lebendig eingefangen wurde.

Kritische Gedanken über Forstdüngungsversuche.

Von Prof. Dr. Paul Ehrenberg, Münden.

Ist über das vielbesprochene Thema der Forstdüngungsversuche überhaupt noch etwas zu sagen, das nicht bereits allbekannt wäre? Sind noch neue Anschauungen heranzubringen, ist noch ein Standpunkt zu finden, von dem aus über die wichtige Frage neues Licht verbreitet werden kann?

Die Antworten werden sehr verschieden lauten, und verschieden wird wohl auch die Ansicht mancher Leser des nachfolgenden Aufsatzes darüber sein, ob es dieses selbst bedurft hätte. Denn diese Seiten werden durchaus nicht lauter Neues bringen, vielmehr von Neuem vielleicht nur recht wenig.

Da für mich aber die Notwendigkeit vorlag, bevor ich mich selbst mit der Ausführung von Forstdüngungsversuchen beschäftige, mich über die Methodik und die früher erzielten Ergebnisse zu unterrichten und mir kritische Anschauung über die bisherigen Erfolge zu verschaffen, so ergab sich die Aufstellung einer zusammenfassenden Übersicht nahezu von selbst. Vielleicht mag sie auch für den oder jenen Berufsgenossen Interesse haben.

Die Ansichten, wie weit man bisher in der Forstdüngungsfrage gekommen sei, sind recht verschieden. Während von einem namhaften Forstmann die Äußerung vorliegt, daß wir über das Stadium der grund-

legenden Versuche bereits hinaus seien,[1]) meint eine andere, ebenfalls der Beachtung sichere Persönlichkeit, daß noch viel Zeit vergehen werde, bis man in forstlichen Düngungsfragen klar sehen könne,[2]) und endlich ruft uns eine nicht weniger der Aufmerksamkeit werte Stimme die Mahnung zu, daß wir bisher auf dem hier erwähnten Gebiete noch tastend die Richtungen suchen, in denen sich die eigentlichen Versuche selbst bewegen sollen.[3]) Da scheint es doch wohl die Mühe zu verlohnen, sich an der Hand kritischer Betrachtung selbst ein Bild zu schaffen.

Wenn nun jemand, wie der Schreiber dieser Zeilen, lange Jahre ausübend in der landwirtschaftlichen Versuchstätigkeit gestanden hat, so wird er natürlich geneigt sein, die dort gewonnenen Erfahrungen mit den geboten erscheinenden Veränderungen auch auf die forstlichen Düngungsversuche zu übertragen. Und freudig bestärkt wird er darin, wenn er liest, daß auch forstliche Sachverständige empfehlen, die Erfahrungen der Landwirtschaft zu verwerten.[4]) Doch schon weist eine andere Seite darauf hin, daß „der hervortretendste Mangel, der unseren bisherigen Düngungsversuchen anhaftet, darin zu erblicken ist, daß sie eine direkte Übertragung in der Landwirtschaft erprobter Methoden auf den Forstbetrieb darstellen".[5])

Also auch hier scheint zum mindesten große Vorsicht und genügende Fähigkeit erforderlich zu sein, die Verschiedenheiten der beiden Arten unserer Landnutzung zu erkennen und zu würdigen.

Wird das gelungen sein? —

Die Leistungsfähigkeit des Düngungsversuchs.

Bevor wir uns dem Düngungsversuch selbst zuwenden, sei die Frage erlaubt, was denn eigentlich der Düngungsversuch leisten kann, und welchen Anforderungen er nicht zu entsprechen vermag.

Es gibt eine ganze Reihe von Anwendungsmöglichkeiten für Düngung in der Forst, so in Kämpen, bei Bestandesbegründungen durch Saat oder Pflanzung, zur Wuchsförderung schlechter Kulturen, für Zwecke des Streuersatzes, der Holzzuwachssteigerung,[6]) es kann aber auch in Frage kommen, junge Pflanzen schnell über die ersten schwächlichen und allen Schädigungen besonders ausgesetzten Lebensstadien hinwegzubringen. In gleicher Weise kann die Hoffnung vorliegen, kränkelnden oder von Schmarotzern irgend welcher Art befallenen Schonungen den Selbstschutz gegen die Schädigung zu

---

[1]) Tagung des Deutschen Forstvereins zu Regensburg, 1901, dritter Redner zur Forstdüngungsfrage, nach Zeitschrift f. Forst- u. Jagdwesen, **33**, 699/700 (1901).

[2]) Zeitschrift f. Forst- u. Jagdwesen, **40**, 235 (1908).

[3]) Zeitschrift f. Forst- u. Jagdwesen, **39**, 162 (1907).

[4]) Zeitschrift f. Forst- u. Jagdwesen, **33**, 701 (1901).

[5]) Zeitschrift f. Forst- u. Jagdwesen, **37**, 139 (1905).

[6]) Zeitschrift f. Forst- u. Jagdwesen, **33**, 701 (1901).

erleichtern oder überhaupt zu ermöglichen.[1]) Hier würde also die Düngung gewissermaßen als augenblickliches Stärkungsmittel, als eine Art von Medizin anzusehen sein, die ohne Rücksicht auf die etwa im Boden vorhandenen, langsam wirkenden Nährstoffe eine schnelle Kräftigung erzielen soll. Weiterhin kann aus besonderen Gründen auf recht wenig geeignetem Gelände eine Aufforstung erzwungen werden sollen und die Düngung als Mittel dazu Bedeutung haben. Ohne damit die Reihe der Möglichkeiten auch nur annähernd erschöpfen zu wollen, sei zum Schluß noch von der allgemeinen Erziehung und Förderung von Waldpflanzen auf die bestimmter Holzarten hingewiesen; häufig vermag, worauf ja schon Bezug genommen wurde, bei reichlicher Ernährung eine Pflanze anderweitige Schädigungen zu ertragen. So könnte unter Umständen auch Anbau wertvollerer Hölzer an Orten, die eigentlich sonst dafür nicht genügende Bodengüte aufweisen, durch Düngung ermöglicht werden. Billigerweise kann man von einem in jeder anderen Beziehung nun etwa einwandfrei gelungenem Düngungsversuch nicht verlangen, daß er für diese ganze Fülle von Möglichkeiten die Antwort gibt. Es kann ebenso auf reichem Boden eine zeitweise Zufuhr leichtlöslicher Nährstoffe — aber natürlich nicht in Mengen, die schädigen oder größtenteils ausgewaschen werden — zweckmäßig sein, wie auf armem Boden trotz jammervoller Nährstoffmengen im Boden eine Düngung völlig nutzlos. Im ersten Fall zum Zwecke augenblicklicher Stärkung der Pflanzen. Im zweiten dann, wenn der Boden zu wasserarm ist; denn ohne die nötige Feuchtigkeit hilft alle Düngung nicht.

Wir sehen also schon hier, was noch oft als wichtige Grundlage für die Anstellung jedes Düngungsversuches wird herangezogen werden müssen, und auch schon von anderer Seite hervorgehoben worden ist,[2]) daß nur eine präzise Fragestellung knapper und spezieller Art an den Düngungsversuch Anforderungen stellen wird, denen er gerecht werden kann.

Weiterhin: Der Düngungsversuch soll und kann uns nur auf Fragen der Düngung Antwort geben. Das liegt eigentlich bereits in seinem Namen, mag aber doch nicht immer beachtet werden. Will man also über die düngende Wirkung, den Einfluß verbesserter Ernährung der forstlichen Nutzhölzer Aufschluß erhalten, so darf man nicht gleichzeitig auch Erkenntnisse über die Bedeutung physikalischer Bodenzustände, die Beeinflussung der Bodenvegetation und was der Dinge mehr sind, erwarten. Ja, solche Beeinflussungen sind, da sie das Bild trüben und gänzlich undeutlich machen können, bei dem exakten Versuch sogar sorgfältig auszuschließen.

---

[1]) Zeitschrift f. Forst- u. Jagdwesen, **37**, 152 (1905); ebenda **39**, 147 (1907). Mitteilungen der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft, **25**, 574, 576 (1910). Verhandlungen der XXV. Versammlung des Hessischen Forstvereins zu Hanau, 26 (1902).

[2]) Zeitschrift f. Forst- u. Jagdwesen, **40**, 235, 309 (1908). Mitteilungen der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft, **20**, 116 (1905).

Etwas anderes ist der Versuch in der Praxis, der nur lokal und empirisch das Bessere und Vorteilhaftere finden, nicht aber grundlegende Fragen entscheiden will. Auf diesen sehr wichtigen Unterschied möchte ich noch einige Worte verwenden.

Ganz allgemein werden die Aufgaben des Düngungsversuchs — und das gilt ebenso für Versuche über Beeinflussung der physikalischen Eigenschaften des Bodens, über Wasserwirtschaft im Waldboden, über Wurzelentwicklung und so fort — dreifache sein und diesen Aufgaben entsprechend muß auch die Anstellung sehr wechselnden Anforderungen Rechnung tragen.

Einmal muß, und das ist in bezug auf forstliche Düngungsfragen meiner ganz subjektiven Meinung nach noch fast garnicht geschehen, aber dringend erforderlich, eine wissenschaftliche Grundlage für die Fragen der Ernährung unserer Waldbäume durch Versuche geschaffen werden, die an Exaktheit und Genauigkeit den Höhepunkt des zurzeit Erreichbaren darstellen. In anbetracht der Kosten und der Schwierigkeit solcher Versuche, wie des Wertes der dabei erzielten Erfahrungen für weitere Fortsetzung derselben können sie nur an den Stätten wissenschaftlicher Forschung ausgeführt werden. Später wird auf ihre Methodik näher einzugehen sein.

Dann wird es sich darum handeln, die derart, gewissermaßen losgelöst von den Verhältnissen der Praxis gewonnenen Erfahrungen im Zusammenhang mit anderen Erscheinungen, kurz, hier im Walde, näher zu prüfen, sie in ihrer Wechselwirkung mit der lebenden und toten Natur draußen kennen zu lernen. Ebenfalls zur Gewinnung grundlegender Kenntnisse und exakt. Ein Vergleich: Ein Kriegsschiff wird zuerst theoretisch berechnet und konstruktiv gezeichnet; unser Fall Eins. Dann wird ein Modell angefertigt, Fall Zwei. Und endlich kommt der praktische Ausbau. Wenn nun auch dieser Vergleich, wie jeder, nicht genau paßt, so mag er doch immerhin meine Gedanken hierbei etwas deutlicher machen. Denn auch den dritten Fall, den des praktischen Ausbaues, will ich nun erwähnen.

Auf Grund der durch Forschertätigkeit gewonnenen wissenschaftlichen Unterlagen und der dann erzielten Kenntnisse über deren richtige Anwendung auf die Fälle im Walde wird nun der Praktiker im Revier seinerseits Düngungsversuche ausführen. Aber hier liegen die Anforderungen wie die Voraussetzungen ganz anders als bei den beiden erstgenannten Aufgaben.

Die wissenschaftlichen Kenntnisse des Praktikers leiten sich von den ihm auf der Hochschule oder in der Literatur gewordenen Mitteilungen der Forscher ab, welche die experimentellen Grundlagen der Forstdüngung und deren Anpassung an die Verhältnisse des Waldes feststellen sollen. Dies nimmt der Praktiker, dazu gibt er seine Erfahrung der Verhältnisse eines einzelnen Reviers, seine Kenntnis der besonderen Anforderungen der Wald-

bäume unter diesen oder jenen Umständen. Und, nicht zuletzt, sein wirtschaftliches Urteil. Damit wird er nun zwar nicht grundlegende Feststellungen machen können, zwar keine allgemeinen Richtlinien geben; aber etwas für seinen Arbeitskreis viel Bedeutungsvolleres: er wird die endgültige Entscheidung treffen, was für ihn und sein Revier wirklich mit Nutzen anzuwenden ist. Das kann nur er. Denn hier, und zum ersten Mal hier kommt die wirtschaftliche Frage zur Entscheidung. Es ist ganz ausgeschlossen, daß man durch einen noch so vorzüglich ausgeführten Düngungsversuch irgendwelche allgemeine Feststellungen für die Rentabilität der Düngung erhält. Das wäre gerade so, als wenn ein Börsenmann auf Grund einer gelungenen Spekulation nun irgend ein Wertpapier als eine immer erfolgversprechende Anlage ansehen wollte. Aber jeder Forstmann weiß, daß Holzpreise, Schwierigkeiten der Abfuhr, größerer oder geringerer Wert der Holzart und noch eine große Zahl von anderen Bedingungen, die sogar in einem einzigen Revier oftmals wechseln können, einen Einfluß auf die wirtschaftlich noch aufzuwendenden Mittel und ihre Höhe ausüben. Von den Rücksichten, welche der weitblickende Forstman auf Kinder und Enkel zu nehmen hat, ganz abgesehen. Daher kann nur er, und er nur für sein Revier entscheiden, welche Aufwendungen nach Lage der Dinge finanziell zu verantworten sind, und so unter anderem, ob überhaupt und welche Summen er für Düngung ausgeben kann. Doch diese wirtschaftliche Seite ist nicht allein der Kern der Sache. Auch bezüglich der rein äußeren Erfolge einer Düngung kann nur der praktische Forstmann das letzte Wort sprechen. Freilich nicht auf Grund irgend welcher „Überzeugungen", die, ob auch durch ernstes Nachdenken gewonnen, doch nur zu leicht täuschen können, sondern nur als ständig weiter lernender und strebender Schüler „seines" Waldes. Auch er muß Düngungsversuche ausführen und sie so gut und genau wie möglich ansetzen, dabei belehrt und geleitet von den durch die Forschung gewonnenen Erfahrungen. Aber falsch würde es sein, wollte man an seine Versuche nun auch die Anforderung stellen, daß sie den höchsten Ansprüchen an exakte Durchführung genügen. Denn das kann der Praktiker nicht leisten, und das hat er auch nicht nötig. Er will ja nur für seine lokalen Verhältnisse Aufklärung gewinnen, die Grundlagen sollen ihm von anderer Seite kommen. Seine Versuche wollen auch nicht und dürfen bei ihrer weniger exakten Ausführung auch nicht für weitere Kreise Aufschlüsse geben. Sie sollen nur ihm selbst Fingerzeige bieten, wie sich die Ergebnisse der Forschung gerade unter den Verhältnissen seines Reviers am besten verwerten lassen, so daß er, vom Standpunkt weitsichtiger Bodenwirtschaft gesehen, den Höchstertrag erzielen kann. Natürlich werden da, sei es in Ausführung, sei es in Deutung der Ergebnisse von Düngungsversuchen, auch Fehler vorkommen. Aber sie werden immer nur für einen beschränkten Kreis wirken und dem wohl unterrichteten Forstmann

über kurz oder lang, wenn sie mit den auf exaktem Wege gewonnenen wissenschaftlichen Erfahrungen im Widerspruch stehen, Bedenken aufsteigen lassen, die zu nochmaliger Nachprüfung und zu weiterer Klärung führen. So würde also der Düngungsversuch notwendig in drei Abstufungen erscheinen:

1. in wissenschaftlich exakter Weise, losgelöst von Nebenumständen zur Ermittelung grundlegender Tatsachen der Ernährung unserer Forstpflanzen,
2. in wissenschaftlich exakter Weise, in Verbindung mit den natürlichen Verhältnissen des Waldes, zur Prüfung der Bedingungen, unter denen die Grundgesetze der Pflanzenernährung im Walde in Erscheinung treten,
3. in tunlichst genauer, aber der Möglichkeit angepaßter Weise in der forstlichen Praxis, auf Grund der bei 1. und 2. gewonnenen Kenntnisse, um die Frage der Düngung für die Einzelreviere zu klären. Namentlich genaue Berücksichtigung der wirtschaftlichen Seite, die bei 1. gar nicht, bei 2. nur in nebensächlicher Weise beachtet werden kann. Im Gegensatz zu 1. und 2. können Ergebnisse und Erfahrungen im allgemeinen nur für den lokalen, eng begrenzten Bezirk verwendet werden und müssen ständiger weiterer Kontrolle unter Beachtung aller neuen Tatsachen unterliegen.

Wohl zu beachten ist, daß sich in dieser Weise der Düngungsversuch von unten aufbauen muß, daß nicht etwa eine einzelne der drei hier genannten Anwendungsarten allein einen irgendwie dauernden Erfolg verheißt, sondern daß alle drei gleich notwendig sind und nicht eine ohne die anderen ausgeübt werden sollte. Natürlich wird, solange, wie zurzeit, die Grundgesetze der forstlichen Pflanzenernährung kaum durch experimentelle, exakte Forschung geklärt sind, für 2. und 3. mancher Mangel bestehen; das soll aber trotzdem nicht die Tätigkeit dort verringern. Noch weniger aber, und dieser Fehler mag der häufigere gewesen sein, darf man, dem Schlagwort vom „praktischen" Düngungsversuch folgend, und im blinden Eifer nur „praktische" Ergebnisse suchend, darauf verzichten, gleichzeitig mit besonderer Sorgfalt das Studium der Grundgesetze für die Ernährung unserer Forstpflanzen zu betreiben und zu fördern. Man meine nicht, daß davon bereits genug vorläge; nicht einmal in der Landwirtschaft ist hier eine ausreichende Grundlage vorhanden, obwohl dort seit fast einem Jahrhundert und mehr von vielen Seiten daran gearbeitet worden ist. Und daß gerade die scheinbar zu theoretische Wissenschaft in glänzender Weise die Praxis fördern und befruchten kann, das zeigen solche Erfahrungen wie die Berechnung des Mikroskops, die drahtlose Telegraphie, die Mathematik in ihrer Anwendung auf Versicherungsfragen und eine Anzahl anderer.

Die Methodik des Düngungsversuchs.

Wenn ich mich nun zur kritischen Besprechung der Methodik des forstlichen Düngungsversuches wende, so wird sich diese naturgemäß, den bereits gegebenen Auseinandersetzungen entsprechend, in drei Abteilungen gliedern, je nachdem der, sagen wir, theoretische Versuch, oder dessen Anwendung und Anpassung an die Verhältnisse des Waldes, oder endlich der, eigener Orientierung dienende Versuch des Praktikers in Betracht kommt. Allerdings wird noch ein weiteres Moment, das auch bereits erwähnt wurde, bei der Einteilung dieser Besprechung Beachtung erfordern, nämlich die Anwendung des Düngungsversuches auf jüngere oder ältere Holzgewächse. Wir würden demnach zunächst in großen Zügen sechs Fälle unterscheiden können, die bezüglich der Methodik voraussichtlich jeder ihre besonderen Anforderungen stellen werden.

a) Der theoretische Versuch für jüngere Holzgewächse.

Bisher liegt in dieser Richtung meines Wissens nur recht wenig Material vor. Zwar sind an einzelnen Stellen über bestimmte Fragen Versuche angestellt worden, auf die hier hingewiesen werden kann. Aber einmal sind es nur recht wenige und sie stehen keineswegs im Verhältnis zu der großen Anzahl ungelöster Fragen. Dann ist aber wohl auch die Methodik infolge Mangels an Mitteln und Arbeitseinrichtungen durchaus noch nicht auf der für grundlegende, theoretische Ableitungen anzufordernden Höhe gewesen.

Hier mag der Vergleich mit dem Forschungsapparat der Landwirtschaft doch wohl nützlich sein, wie er in einer sehr interessanten Abhandlung schon vor Jahren von einem praktischen Forstmanne gezogen wurde, dessen Worte ich im wesentlichen nur unterschreiben kann.[1]) Nur werde ich hier auf Grund eigener Kenntnis der Sachlage vielleicht etwas mehr ins einzelne gehen können:

Es wäre auch für forstliche Versuchszwecke zur Klärung grundlegender Fragen der Düngung — abes das sei hier besonders erwähnt, ebenso zur experimentellen Bearbeitung von Fragen der Bodenphysik in ihrer Einwirkung auf die Pflanzen, von mancherlei Pflanzenschädigungen und vielem Verwandten — mit folgenden Mitteln zu arbeiten:

1. Verwendung des Vegetationsversuches in neutralen[2]) Gefäßen, wie er mit seinen vielseitigen Feinheiten[3]) durch die Agrikulturchemie ausgebildet

---

[1]) Zeitschrift f. Forst- u. Jagdwesen **33**, 707 (1901).

[2]) Die weder selbst auf Boden oder Pflanze wirken, noch ungehörige Beeinflussungen, etwa stärkere Erhitzung durch Sonnenbestrahlung, Algenwachstum infolge Belichtung, zulassen. Vgl. z. B. auch Landwirtschaftliche Versuchsstationen **72**, 15 (1910).

[3]) Kontrolle der Bewässerung durch tägliches Wiegen der Gefäße, Fernhalten der atmosphärischen Niederschläge durch Glashaus, Verfolgung des ganzen Versuchs von Beginn bis zum Schluß mit der Wage und Analyse, gleichmäßige Belichtung, Schutz vor allen Schädigungen, Ausgleich aller Verschiedenheiten mit Ausnahme der einzigen, auf welche sich die Untersuchung bezieht, u. dgl. mehr.

worden ist. Wasserkultur[1]) wird weniger, dagegen Sandkultur[2]) und Erziehung der Pflanzen in Naturboden[3]) häufig in Betracht kommen.

2. Besonders für heranwachsende Forstpflanzen wichtig, Verwendung der von v. Seelhorst empfohlenen Vegetationskästen[4]), die etwa einen Kubikmeter Erdboden fassen und dabei genaue Kontrolle des Wasserhaushaltes und aller anderen Bedingungen in ähnlicher Weise wie der Vegetationsversuch gestatten.

3. Die Erziehung in sogenannten Lysimetern[5]), die zwar keine gewichtsmäßige Kontrolle des gesamten Wasserhaushaltes ermöglichen, dafür aber die Verwendung größerer Bodenmengen gestatten, und, als einzige Methode, das Arbeiten mit „gewachsenem" Boden erlauben. Ebenfalls für Untersuchungen bei größer gewachsenen Pflanzmaterial bedeutungsvoll.

4. In gleicher Weise auch namentlich für größere Pflanzen verwendbar, Erziehung in durch gebrannten Ton oder Mauerwerk begrenzten, sonst aber in größerer oder geringer Verbindung mit dem freien Erdboden stehenden und auch der Witterung mehr oder weniger preisgegebenen Behältern[6]).

Ohne damit absolut sichere Angaben machen zu wollen, glaube ich doch sagen zu dürfen, daß von diesen Hilfsmitteln für die theoretische Erforschung der Grundlagen der forstlichen Pflanzenernährung in ganz Deutschland an keiner forstlichen Lehranstalt sich auch nur ein einziges in ausreichendem Umfang[7]) findet, zumeist wird überhaupt nur ihr völliges

---

[1]) Heranziehung der Pflanzen in Nährstofflösungen ohne irgend ein festes Medium.

[2]) Heranziehung der Pflanzen in reinem, indifferentem Sande, der mit verschiedenen Nährstofflösungen getränkt ist.

[3]) Heranziehung der Pflanzen in irgend einem Wald- oder sonstigen Boden, der aber durch weitgehendes Mischen, Befreiung von Steinen u. dgl. völlig gleichartige Beschaffenheit angenommen hat.

[4]) Vgl. Journal für Landwirtschaft **50**, 277 (1902). Es handelt sich um in verdeckten Gräben aufgestellte, mit der Erdoberfläche in gleicher Höhe abschneidende wasserdichte Kästen, die mit Erde oder Sand gefüllt, den Pflanzen Wachstumsgelegenheit geben. Die Kästen können, da sie auf Schienen beweglich sind, nach Belieben über eine Wage geführt und auf ihr Gewicht kontrolliert werden, die Sickerwässer werden aufgefangen. Unter Umständen müssen sie vor den atmosphärischen Niederschlägen geschützt werden können. Auch hier müssen alle Wachstumsbedingungen außer der jeweils zu untersuchenden Frage, gleich gemacht und gehalten werden können.

[5]) Aus Mauerwerk und Metall hergestellte größere Behälter, welche mehr oder weniger erhebliche Erdmengen aufnehmen können und mit Vorrichtung zur Auffangung der Abwässer, eventuell mit Schutz gegen Niederschläge, versehen sind. An der Versuchsstation Rothamsted in England hat man sie teilweise um den gewachsenen Boden herum aufgeführt, so daß hier tatsächlich mit Boden in seiner natürlichen Lagerung gearbeitet wird.

[6]) Vgl. dazu Tharander Forstliches Jahrbuch **59**, 189 (1909). Zeitschrift f. Forst- u. Jagdwesen **34**, 203 (1902).

[7]) Zeitschrift f. Forst- u. Jagdwesen **35**, 262 (1903).

Fehlen festzustellen sein! Hier könnte ein Ausbau, der später einmal reichste Früchte auch materieller Art zeitigen muß, einsetzen.

Was nun die Verwendung dieser Hilfsmittel anbelangt, von denen wir hoffen wollen, daß die kommenden Jahre sie den forstlich-chemischen und -biologischen Forschern bescheren, so würde hier einmal ein wichtiger Punkt hervorzuheben sein, der auch sonst viel Beachtung beanspruchen muß:

Nicht die Anschauung oder Theorie, mit der man einen Versuch begonnen hat, darf Einfluß auf die Beurteilung seiner Brauchbarkeit gewinnen, sondern man darf nie vergessen, daß zwar jeder Versuch auf das schärfste auf seine Brauchbarkeit kritisiert werden soll, aber nur objektiv. Das klingt zwar sehr selbstverständlich, ist aber ein Moment, das stets von neuem wieder hervorgehoben und vom Forscher sich selbst eingeschärft werden muß; denn nur zu nahe liegt die Versuchung, einen nicht einwandfreien Versuch, der aber die erwünschten Ergebnisse zeitigt, zu verwenden, bei einem andern aber eine unbedeutende Schattenseite als übergroß anzusehen. Ganz besonders gehört hierher auch die Selbstüberwindung und der Mut, einen vielleicht mühe- und opferreichen Versuch, der aus irgend welchen Gründen keine maßgebenden Werte hat erbringen können, nun auch als mißlungen, als verloren anzusehen und dementsprechend zu behandeln.

Was kann man aber gelegentlich lesen? „Auch nimmt das ungedüngte Feld einen ziemlich hohen Rang ein, was unmöglich ist".[1]) Deshalb wird die Ermittlung, welche dies Ergebnis zeitigte, nicht der Versuch als unbrauchbar verworfen. — Ja, wenn der Versuchsansteller vorher wußte, daß die Düngung Erfolg bringen wird, so hatte er es wirklich nicht nötig, Versuche anzustellen und über sie weiteren Kreisen zu berichten. Besser wäre es wohl gewesen, in solchen Fällen zu sagen: „Das Ergebnis ist widerspruchsvoll, also ist der Versuch mißlungen, und ich muß versuchen, ihn genauer auszuführen"; oder „mir genügt das sich meinem Auge bietende Bild, aber ich darf den Versuch, da er der Beweiskraft für weitere Kreise ermangelt, nur für mich verwenden." — Das hier wiedergegebene Beispiel ist übrigens bei einem in der Praxis ausgeführten Versuch vorgekommen, mag aber hier ebenfalls zur Illustration an seinem Platze sein.

Wie soll nun der Forscher sich darüber klar werden, ob seine Versuche objektiv einwandfrei sind, da sich ja doch das eigene Urteil so leicht durch Wünschen und Hoffen trübt?

Zunächst einmal durch ausgiebige Verwendung von Parallelversuchen, die natürlich auch bei der hier in erster Linie zur Diskussion stehenden Erforschung grundlegender Gesetze der Ernährung völlig unent-

---

[1]) Forstwissenschaftliches Zentralblatt 28, 575 (1906).

behrlich sind.[1]) Höchst selten werden bei forstlichen Versuchen vier oder gar nur drei Parallelparzellen oder -gefäße genügen.

Diese, hoffentlich schon jetzt als absolute Selbstverständlichkeit angesehene Forderung, über die später noch an anderem Orte einiges zu sagen sein wird, genügt aber nicht. Denn wenn nun mit Parallelparzellen oder -gefäßen gearbeitet worden ist, so wird in weitaus der Mehrzahl der Fälle eine sehr gute Übereinstimmung der Ergebnisse der drei oder mehr Parallelstücke nicht vorhanden sein. Vielleicht stimmen zwei leidlich gut zusammen, während das dritte abweicht.

Man hat sich nun vielfach in solchem Falle dadurch geholfen, daß man einfach dies abweichende als unrichtig, als durch irgend welchen Umstand geschädigt ansah und ausschaltete,[2]) ohne irgend einen der Kritik standhaltenden Grund, falls nicht eine nachweisbare Sonderbeeinflussung grober Art — sagen wir etwa Umbrechen oder Herausreißen der Pflanzen durch mutwillige Hände — vorlag. Es ist sehr wohl möglich, daß gerade eine solche, von den beiden anderen Ergebnissen abweichende Zahl der richtige Wert ist.[3])

Daher wird daran festzuhalten sein, daß Parallelzahlen nur dann ausgeschaltet werden dürfen, wenn eine grobe und eindeutig nachweisbare Fehlerquelle in Betracht kommt.

Behält man andererseits auch von einander mehr oder weniger abweichende Parallelparzellen bei und verwendet die aus ihnen erhaltenen Mittelzahlen, so kann es vorkommen, daß die Abweichungen zweier, bei verschiedener Düngung erhaltenen Mittelwerte von einander geringer ist, als die Unterschiede zwischen den Parallelwerten, die das eine oder das andere Mittel ergeben. Also z. B.:

	Parallelparzelle 1	Parallelparzelle 2	Parallelparzelle 3	Mittel
Düngung A gab Ertrag:	50	70	45	55
Düngung B gab Ertrag:	60	45	90	65

Kann man wirklich in diesem Falle sagen, daß Düngung B der Düngung A überlegen ist?

Erfahrung und Überzeugung darf der Forscher, wie bereits oben erwähnt, nicht zur Entscheidung heranziehen, denn das sind subjektive Mo-

[1]) Hinweise auf die absolute Notwendigkeit von Parallelreihen in der forstlichen Versuchsmethodik finden sich dankenswerter Weise schon mehrfach: Mitteilungen der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft, **20**, 116 (1905). Tharander Forstliches Jahrbuch, **55**, 136 (1905). Über Düngung im forstlichen Betriebe, Verlag Neumann-Neudamm, 113 (1906). Zeitschrift f. Forst- u. Jagdwesen, **40**, 231 (1908). Tharander Forstliches Jahrbuch, **60**, 282 (1909). Man vergleiche auch: Mitteilungen der Landwirtschaftlichen Institute der Universität Breslau, **4**, 616 (1909).

[2]) Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen, **40**, 311 (1908).

[3]) Vgl. auch z. B.: Festrede, gehalten zum Kaisersgeburtstag 1910 in der Forstakademie Hann. Münden: Über die Entwicklung und Bedeutung der Vermessungskunde

mente. Da ist es ein sehr wertvolles Hilfsmittel, daß andere Wissenschaften in ähnlicher Lage sich objektive Beurteilungsmöglichkeiten geschaffen haben, die auch der forstliche Versuchsansteller heranziehen kann und muß.

Wenn Astronomen Beobachtungen der Stellung, sagen wir eines Kometen, vornehmen, um daraus seine Bahn zu berechnen, so sind ihre Ermittelungen im einzelnen auch nicht fehlerfrei. Und wenn mehrere Beobachter zu verschiedenen Zeiten und an verschiedenen Orten Feststellungen machen, so wird die verschiedene Güte der Instrumente, die verschiedene Beschaffenheit der Luft in den wechselnden Jahreszeiten mehrerer Beobachtungsorte, vielleicht auch die sich verändernde Stellung der Erde zu dem Gestirn, sowie endlich auch die verschiedene, vom einzelnen Beobachter nach Beschaffenheit seiner Augen, seiner Geschicklichkeit usw. zu erreichende Genauigkeit der Feststellung jeden Wert mit einem gewissen Fehler belasten, der bald größer, bald kleiner ist. Um nun für das Mittel einer Anzahl Beobachtungen gleicher Art die Größe dieses Fehlers, und damit die Genauigkeit der Beobachtung selbst beurteilen zu können, wird an der Hand der durch Gauß begründeten Fehlerwahrscheinlichkeitsrechnung der jeder einzelnen Bestimmung bzw. dem Mittel anhaftende sogenannte „wahrscheinliche Fehler" ermittelt. Um ihn festzustellen, ist eine möglichst große Zahl von Parallelbestimmungen erforderlich, mindestens aber drei.

Es bestehen nun ganz bestimmte gesetzmäßige Beziehungen zwischen dem wahrscheinlichen Fehler und den bei einer bestimmten Anzahl von unter gleichen Bedingungen ausgeführten Wiederholungen desselben Versuchs zu erwartenden Abweichungen. So gibt der wahrscheinliche Fehler und seine Bestimmung dem Forscher die Mittel an die Hand, sich über die Brauchbarkeit seiner Versuchsreihen ein objektives, völlig unabhängiges und maßgebendes Urteil zu bilden.

Nun sind außer den, ich möchte sagen, unvermeidlichen Fehlern, die in der Unvollkommenheit der Hilfsmittel, des Untersuchenden selbst und vieler anderen Umstände liegen — man bezeichnet sie in Fachkreisen als „konstante" oder „systematische Fehler" —, noch Fehler vorhanden, die durch die Sorgfalt des Untersuchenden und die Zweckmäßigkeit seiner Vorbereitungen eigentlich ausgeschlossen sein sollten, die aber doch wegen der Schwierigkeit, der Mannigfaltigkeit der Natur gegenüber solchen Anforderungen gerecht zu werden, zumeist ebenfalls eine Rolle spielen können. Auch über ihr Vorhandensein und die durch sie dem Versuche gewordene Benachteiligung vermag man sich an der Hand der soeben erwähnten Fehlerwahrscheinlichkeitsberechnung ein ungefähres Bild zu machen, so daß nach Lage der Dinge tatsächlich Klarheit über den Wert eines Versuches gewonnen wird.[1])

[1]) Ich gebe nachstehend die wesentlichste, über die Anwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung in der landwirtschaftlichen Versuchstätigkeit veröffentlichte Literatur und be-

Damit mag die Besprechung der Methodik des theoretischen Düngungsversuchs für jüngere Holzgewächse hier abgebrochen — nicht abgeschlossen — sein. Es wird unter Umständen möglich sein, die Beobachtung der Pflanzen bis, sagen wir, vielleicht zum zwanzigsten Jahr auszudehnen und in jüngeren Lebensjahren ganze Gruppen vergleichend zu beobachten.

b) Der theoretische Versuch für ältere Holzgewächse.

Wenn es sich überhaupt angesichts der außerordentlichen Schwierigkeiten, die einer Ausdehnung des theoretischen Versuchs auf ältere Holzgewächse entgegenstehen, als möglich herausstellen sollte, ihn mit Aussicht auf Erfolg durchzuführen, und wenn die dafür aufzuwendenden Kosten den zu erwartenden Ergebnissen angemessen erscheinen sollten, so kann doch jedenfalls die hier erforderliche Methodik sich erst aus den bei jüngeren, aber schon heranwachsenden Pflanzen erhaltenen Versuchserfahrungen ergeben. Da diese aber, man muß leider sagen, bislang kaum spurenweise vorhanden sind, so wäre es völlig müßig, über die später vielleicht einmal mögliche Versuchsmethodik für Untersuchung theoretischer Fragen an älteren Waldbäumen zu sprechen. Nur ein Moment sei erwähnt: Es existieren in der Literatur Angaben, welche die Aschengehalte usw. ausgewachsener Bäume zum Gegenstand haben.[1]) So schwierig und mühsam solche Untersuchungen scheinen und so unendlich sorgfältig sie ausgeführt sein mögen, so ist ihnen doch nur dann eine erhebliche Bedeutung beizumessen, wenn sie nicht nur an etwa je einem oder ganz wenigen, sondern an größeren Reihen von Einzelstämmen der verschiedenen Holzarten gewonnen sind. Und nicht genug damit, es muß auch noch gefordert werden, daß die Untersuchungen für verschiedene Böden, verschiedene Klimate und Altersstufen Wiederholung finden. Nur in diesem Fall wird man die Bürgschaft haben, am besten mit Hilfe der Wahrscheinlichkeitsrechnung zufällige, für die Gesamtheit der Hölzer bedeutungslose Abweichungen und gesetzmäßige, wichtige Unterschiede auseinander halten zu können.

---

merke nur, daß sich die Benutzung dieser objektiven Ermittlung der Brauchbarkeit von Versuchen mehr und mehr durchsetzt. Zur kurzen Orientierung: Fühlings Landwirtschaftl. Zeitung, 58, 12 (1909). Dann weiter: Mitteilungen der Landwirtschaftlichen Institute der Universität Breslau, 2, 647 (1902). Ebenda, **4**, 729 (1909). Ebenda, **4**, 647 (1909). Ebenda, **5**, 660 (1910). Journal für Landwirtschaft, **51**, 305 (1907). Ebenda, **52**, 145 (1908). Fühlings Landwirtschaftliche Zeitung, **56**, 481 (1908). Ebenda, **56**, 641 (1908). Ebenda, 58, 569 (1910). Zeitschrift für die gesamten Staatswissenschaften, Tübingen 1903, Ergänzungsheft VIII. „Die Schwankungen der landwirtschaftlichen Reinerträge." Arbeiten der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft, Heft 125. Zeitschrift für das landwirtschaftliche Versuchswesen in Österreich, 1908.

[1]) Zeitschrift f. Forst- u. Jagdwesen, **18**, 353 (1886). Dort auch weitere Literatur.

c) Der wissenschaftliche Waldversuch für jüngere Holzpflanzen.

Wenn ich nun zur Besprechung der Methodik für die Versuche übergehe, welche die Grundgesetze der Ernährung für unsere Waldgewächse im Zusammenhang und unter der Wechselwirkung des natürlichen Standortes in wissenschaftlich exakter Weise verfolgen sollen, so bietet sich mir ein weitaus größeres Material an bereits in dieser Richtung unternommenen Versuchen, die ich auch gelegentlich zur näheren Erläuterung heranzuziehen haben werde.

Um übersichtlicher vorzugehen, werde ich der Reihe nach aus dem für den hier verfügbaren Raum ja weitaus zu umfangreichem Vorwurf einige mir besonders der Kritik bedürftige Fragen herausgreifen. So will ich Einzelheiten aus der Fragestellung, aus der Vorbereitung, aus der Pflege und aus der Ergebnisfeststellung des Versuches behandeln, ohne in irgend einem dieser Fälle auf erschöpfende Darstellung Anspruch zu machen.

Die Fragestellung: Ich habe bereits oben darauf hingewiesen, daß sich mehr und mehr die Überzeugung Bahn bricht, daß die Fragestellung durchaus einfach und eindeutig sein muß, soll nicht das Ergebnis des Versuchs von vornherein bedroht erscheinen. Was ist also zu vermeiden?

Das Saatmaterial muß völlig gleichmäßig sein, um nicht zu einem ungewollten Vergleich verschiedener Saatherkünfte oder Qualitäten Anlaß zu geben, wodurch unter Umständen schon für den bloßen Beobachter der Versuch als verloren erscheint.[1]) Wird gepflanzt, so ist einmal für die Gewinnung des Pflanzenmaterials die gleiche Vorsicht erforderlich, dann aber muß in sorgfältigster Weise eine objektive Zuteilung der Pflanzen stattfinden, wie auch der Pflanzvorgang so erledigt werden muß, daß auf jede Parzelle gleich viel von jeder pflanzenden Arbeitskraft gesetzte Stücke kommen.[2])

Dann muß ganz selbstverständlicherweise das Unkraut auf der Fläche im voraus beseitigt werden und auch später in dieser Richtung Vorsorge obwalten. Andernfalls gibt der Versuch nicht über die Wirkung der Düngung auf die forstlichen Gewächse, sondern auf diese und auf das Unkraut Auskunft, ja wohl unter Umständen nur über die Wirkung auf das Unkraut,[3]) oder der völlig verschiedene Unkrautbestand wird durch die für den Versuch erfolgte Eingatterung erst bemerkbar und bringt Unsicherheit in denselben,[4]) oder der gleichfalls verschiedene Unkrautbestand wird durch

[1]) Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen, **39**, 142 (1907). Tharander Forstliches Jahrbuch, **59**, 107 (1909).

[2]) Auch die neueren Vorschriften für Forstdüngungsversuche, Mitteilungen der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft, **20**, 113 (1905) gehen mit keinem Wort hierauf ein. Dagegen bringt einen Hinweis: Über Düngung im forstlichen Betriebe, Verlag Neumann-Neudamm, 113 (1906).

[3]) So z. B.: Mitteilungen der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft, **20**, 76 (1905).

[4]) Tharander Forstliches Jahrbuch, **60**, 267 (1909).

die Düngung in verschiedener Weise gefördert und übt nun Rückwirkung ganz verschiedener Art auf die eigentlichen Forstgewächse aus. Es muß also unbedingt sowohl Unkraut wie sonstiger Bodenüberzug beseitigt werden,[1]) wenn man eindeutige Ergebnisse erzielen will, auch darf man den Bodenüberzug nicht etwa unterbringen und so die natürliche Ungleichheit des Bodens vermehren. Will man, was ja durchaus einleuchtend und notwendig ist, sich über die Wirkung der Düngung auf Waldgewächse einschließlich Unkraut, oder auf solche in dem natürlichen Humus- oder Moospolster unterrichten, so muß man erst wissen, wie die Düngung ohne diese den Versuch komplizierenden Faktoren wirkt, und besser erst dann in einem weiteren Versuch an die Aufhellung ihrer Bedeutung gehen. Andernfalls wird man sich den Vorwurf gefallen lassen müssen, die Schwierigkeiten des Düngungsversuchs unnötig vermehrt, seine Klarheit aber getrübt zu haben, so daß vielleicht schon deswegen von Anfang an ein Ergebnis sicherer Art nicht zu erwarten ist.[2])

Das und vieles andere sind Momente, die auch in das Gebiet der „Vorbereitung" des Versuchs gerechnet werden können. Zur Fragestellung selbst weise ich auf den wohlbekannten, aber bei forstlichen Versuchen meines Wissens noch nicht beachteten Umstand hin, daß viele unserer Düngemittel neben ihrer eigentlichen Düngewirkung noch Nebeneinflüsse verschiedener Art ausüben; so Chilesalpeter physiologisch basische, Ammoniumsulfat physiologisch sauere Wirkungen,[3]) Humus starke Veränderungen der physikalischen Bodeneigenschaften und der Wasserführung,[4]) Thomasmehl Kalkwirkungen,[5]) Kalkgaben[6]) wie Lupinengründüngung eine ganze Reihe von Nebenwirkungen.[7]) Will man auf eine einfache Fragestellung hinarbeiten, so hat man nach Möglichkeit diese Sondereinflüsse durch entsprechende Gaben anderer Chemikalien bezw. auf anderem Wege für die zu vergleichenden Parzellen auszuschalten.

---

[1]) Naturwissenschaftliche Zeitschrift für Forst- und Landwirtschaft, 8, 573 (1910). Mitteilungen der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft, **25**, Stück 11 (1910).

[2]) Tharander Forstliches Jahrbuch, **59**, 202 (1909).

[3]) Vgl. z. B.: Landwirtschaftliche Versuchsstationen, **69**, 259 (1908).

[4]) So ist bei einem in der Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen, **37**, 147 (1905) mitgeteilten Humusdüngungsversuch auf Flugsand sehr wahrscheinlich ein großer Teil des Erfolges auf physikalische Bodenbesserung zu beziehen. Vgl. auch Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen, **39**, 149 (1907).

[5]) Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen, **37**, 142 (1905); **33**, 711 (1901).

[6]) Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen, **40**, 313 (1908).

[7]) Vgl. dazu auch Tharander Forstliches Jahrbuch, **59**, 188, 209 (1909); ferner Über Düngung im forstlichen Betriebe, Verlag Neumann, Neudamm, 123 (1906). Mitteilungen der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft, **24**, 72 (1909). Daß zur exakten Entscheidung der Wirkung solcher Nebeneinflüsse nicht oberflächliche Beobachtungen ausreichen können, wie sie am letztgenannten Orte verwendet werden, liegt auf der Hand.

Ein weiteres, ganz außerordentlich wichtiges Moment ist die gleichmäßige Feuchtigkeit im Boden; hier wird man, was ja wieder in das Gebiet der Vorbereitungen hineinreicht, durch weitgehende Bearbeitung, gleichmäßige Lage und was solcher Vorsichtsmaßregeln mehr sind, dafür zu sorgen haben, daß man nicht statt einer Fragestellung über Pflanzenernährung mit Stickstoff oder Mineralstoffen unbeabsichtigt auch eine solche über Ernährung mit Wasser gibt.

Endlich wird z. B. auch die gegenseitige Entfernung der Versuchspflanzen so zu regeln sein, daß nicht der Wachstumsfaktor Belichtung irgendwie in den Versuch störend eingreifen kann.

Die Vorbereitung. Sie kennt als wichtigste Aufgabe die Auswahl des Versuchsstückes. Daß dieses möglichst gleichmäßig in seiner ganzen Beschaffenheit bis in den Untergrund hinein sein soll, ist allgemeine Ansicht; sehr verschieden sind indes die Meinungen, wie man diese Gleichmäßigkeit zu prüfen vermag.

Daß die Verwendung von Parallelparzellen in ausreichender Anzahl auch die notwendige Feststellung der Ausgeglichenheit des Versuchsstückes bringt, wurde bereits gesagt. Indes ist das doch nicht das eigentlich Erwünschte zur vorherigen Orientierung, sondern es gibt erst hinterher die Aufklärung, ob der Versuch brauchbar ist, nachdem vielleicht viel Mühe und Mittel auf ungleichartige Stücke verwandt worden sind.

Daß die äußeren Anzeichen für Gleichmäßigkeit des heranzuziehenden Stückes in weitgehender Weise beachtet werden, versteht sich wohl von selbst. Stark ungleichmäßige Oberfläche wie auch unregelmäßige Hebungen und Senkungen des Versuchsgeländes werden schon vor Anlage eines Versuchsfeldes abschrecken, ebenso Gräben, Wasserzuflüsse, Vorhandensein von anstehendem Fels in der Nähe und ähnliches. Land, das einmal eingeebnet oder aufgeschüttet worden ist, vermeide man.

Doch das ist bei weitem noch nicht ausreichend. Auszuschließen wird ebenfalls ein Waldland sein, auf dem vor kürzerer Zeit Baumstümpfe gerodet worden sind.[1]) Das bringt naturgemäß sehr wesentliche Bodenverschiedenheiten mit sich. Wie weit solche bei Pflanzen, die jahrelang das Land innehaben, gehen können, habe ich vor Jahren einmal zufällig beobachten können, als auf einem Sandboden, der vorher längere Zeit Hopfenpflanzen getragen hatte, die Stöcke herausgenommen wurden und später ein Teil des so gewonnenen Landes nach der im Gartenbetrieb üblichen Bodenbearbeitung zur Heranzucht von Kohlrübenpflanzen verwendet wurde. Jede Hopfenstelle markierte sich auf das genaueste.

Dagegen zeigt diese Beobachtung zugleich eine für forstliche Zwecke allerdings noch nicht erprobte Möglichkeit, ein Urteil über die Ausgeglichen-

[1]) Mitteilungen der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft, 25, Stück 11 (1910).

heit des Bodens wenigstens annähernd zu gewinnen. Man bereitet das in Aussicht genommene Stück auf das beste vor, mißt die beabsichtigte Anzahl von Parzellen ab und baut nun irgend eine einjährige, auf Waldboden leidlich wachsende Pflanze an. Nachdem man ihr Zeit zu kräftiger Entwicklung gelassen, erntet man sie, ohne die Reife abzuwarten, ab, jede Parzelle für sich, und vergleicht nun die Erntemengen der Parzellen. Da alle gleich behandelt worden sind, so müssen sie annähernd gleiche Erntemengen geben, falls ihre Bodenbeschaffenheit einigermaßen gleich ist. Ist das Ergebnis derart, so wird man mit erheblicher Zuversicht an die Ausführung des eigentlichen Versuches gehen können. Andernfalls liegt eine Warnung vor, deren Gewicht man immer noch nach eigenem Ermessen in Rechnung ziehen kann, die aber den vorsichtigen Versuchsansteller meist veranlassen wird, einen andern Platz zu wählen. — Wenn auch trotz günstigen Verlaufs der soeben erwähnten Vorprobe immer noch die Möglichkeit vorliegt, daß in tieferen Bodenschichten, welche die einjährigen Pflanzen nicht erreichen, oder im besonderen für Forstnutzpflanzen noch störende Ungleichheiten des Bodens vorkommen können, so ist doch eine große Wahrscheinlichkeit für günstige Beschaffenheit des Versuchsplatzes bei gutem Ausfall der Probe vorhanden. Die Kosten und der Zeitverlust spielen aber der so erreichbaren Kenntnis des Versuchsbodens gegenüber keine Rolle.

Man hat nun vielfach geglaubt, zur Feststellung der Bodenausgeglichenheit die chemische Bodenuntersuchung heranziehen zu können. Kritische Experimentaluntersuchungen darüber, was die chemische Bodenuntersuchung für den Waldboden zu leisten imstande ist, sind mir leider nicht bekannt geworden, liegen vielleicht noch nicht vor. Das wäre übrigens nicht auffallend, da auch in der viel älteren landwirtschaftlichen Versuchstechnik solche erst seit kürzerer Zeit vorhanden sind. Ich muß daher für meine folgende Besprechung auf diese zurückgreifen. Das glaube ich aber wohl tun zu dürfen, denn gewiß wird mir jeder zugestehen, daß, was die Ausgeglichenheit des Bodens und Untergrundes anbelangt, das Ackerland dem Waldboden weitaus überlegen ist. Wenn wir also finden sollten, daß selbst auf dem Ackerland die chemische Bodenuntersuchung weit hinter den an sie zu stellenden Ansprüchen zurückbleibt, so wird das Urteil für den Waldboden natürlich nicht günstiger sein können. Nun beachte man das folgende:

Schon seit längerer Zeit galt es als ziemlich ausgemachte Sache, daß geringe Düngungsgaben zwar durch den Unterschied der gedüngten und ungedüngten Pflanzen im Wachstum, nicht dagegen durch die Bodenuntersuchung festgestellt werden könnten. Indes ist die exakte experimentelle Prüfung erst vor einigen Jahren ausgeführt worden. Zunächst wurde bewiesen, daß bei der Untersuchung des Bodens auf Stickstoff — ich beziehe

mich auf das Urteil eines Forstmannes,[1]) wenn ich darauf hinweise, daß im Walde gerade dieser Pflanzennährstoff[2]) besonders hohe Bedeutung besitzt —, kleinere Schwankungen im Gehalte des Bodens sich analytisch trotz sehr weitgehender Bemühungen nicht fassen lassen, da die durch die Probenahme bedingten Unterschiede so groß waren, daß sie fast 10 % betrugen![3]) Spätere, mit noch weitaus verfeinerten und umfassenderen Hilfsmitteln angestellte Versuche eines andern Forschers führten diesen zu dem Ergebnis, daß „die Bodenprobenahme auf dem Felde, wenn man Stickstoffumsetzungen studieren will, auf das allersorgfältigste geschehen muß. Wir schlagen hierzu vor, auf jedem Quadratmeter eine Probe mittels Bohrstockes zu entnehmen. Der Fehler wird dann je nach dem Boden nicht mehr als 4 bis 6 % der gemessenen Größen betragen."[4]) Endlich sind für die mineralischen Pflanzennährstoffe ebenfalls Experimentaluntersuchungen ausgeführt worden, welche auf die Unsicherheit der chemischen Analyse für die Beurteilung des Nährstoffzustandes des Bodens ein deutliches Licht werfen.[5]) In gleicher Weise lassen sich Angaben aus der Versuchstätigkeit früherer Jahre gelegentlich verwerten.[6])

Wenn also für wohlvorbereitetes, seit Jahrzehnten in landwirtschaftlicher Kultur befindliches Feld derart wenig auf die chemische Bodenanalyse zu bauen ist, sobald es sich um Feststellung kleiner Unterschiede in dem Nährstoffgehalt des Bodens handelt — und diese kommen doch bei den Ungleichheiten von Parzellen eines einzelnen Versuchs im wesentlichen in Betracht —, was soll dann der Forstversuch von der Untersuchung des Bodens eines Versuchsstückes erwarten?

Es tritt noch ein Moment hinzu. Die chemische Untersuchung kann immer nur entweder die Gesamtmenge der in einer Bodenprobe vorhandenen Pflanzennährstoffe bestimmen oder die in irgend einem Lösungsmittel zu erhaltenden; was aber die Pflanze aufnehmen kann, ist damit noch gar nicht gesagt.[7]) Einmal gibt es noch keine Methode der Lösung der Pflanzen=

---

[1]) Zeitschrift f. Forst= u. Jagdwesen, **36**, 35 (1904); ferner Mitteilungen der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft, **25**, 575 (1910).

[2]) Wohl zumeist an Humusstoffe gebunden.

[3]) Mitteilungen der Landwirtschaftlichen Institute der Universität Breslau, **3**, 175 (1905).

[4]) Landwirtschaftliche Jahrbücher, **39**, 367 (1910).

[5]) Mitteilungen der Landwirtschaftlichen Institute der Universität Breslau, **4**, 305 (1908).

[6]) Z. B. Festschrift der agrikulturchemischen Versuchsstation Kiel (1895), wo für dasselbe Feldstück (Bodenuntersuchung Nr. 21 bezw. 22) einmal ein Kalkgehalt von 0,461 %, das andere Mal von 2,459 % ermittelt wurde. Sehr beachtenswert auch die Ausführungen in Zeitschrift f. Forst= u. Jagdwesen, **40**, 234 (1908). Ferner u. a. Zeitschrift für das landwirtschaftliche Versuchswesen in Österreich, 742 (1910).

[7]) Dem kritischen Leser der Abhandlung in den Landwirtschaftlichen Jahrbüchern, **36**, 909 (1907) wird dies ebenfalls einleuchten.

nährstoffe, die uns die Kenntnis der von den Pflanzen aufgenommenen Mengen verschafft, wenn auch vielleicht aussichtsvolle Ansätze in jüngster Zeit gemacht sind. Dann aber wirkt die verschiedene Jahreswitterung, die Art der in Betracht kommenden Pflanzen, Bodenbearbeitung, Streudecke usw. bei gleicher Menge von Nährstoffen im Boden ganz zweifellos in verschiedener Weise auf die Zugänglichkeit der Salze für die jeweilige Pflanzenart ein. Der Ausspruch eines alten Bodenforschers[1]): „Eine genaue chemische Analyse ist sehr schwierig und unsicher und erfordert neben einer manuellen Geschicklichkeit viel Geduld und Ausdauer; sie hat auch für die Praxis nicht den Nutzen, den man davon geträumt", ist also auch heut noch der Beachtung wohl wert.

Wenn man auf chemische Analysen weniger Bodenproben[2]) allgemeine Anschauungen aufbauen will, so ist man leicht sehr erheblichen Irrtümern ausgesetzt.[3]) Bereits die kritische Betrachtung des angeblich „erbrachten Nachweises" zeigt, daß die Einzelergebnisse ganz außerordentliche Unregelmäßigkeiten der verschiedenen Klassen des Waldbodens enthalten. So fand ein Autor gelegentlich

Magnesiumpyrophosphat[4]) bei Kiefernboden:

zweiter Klasse	dritter Klasse	vierter Klasse	fünfter Klasse
0,0809 %	0,0919 %	0,0736 %	0,0729 %

woraus wohl schwerlich ein enger Zusammenhang von Bodengüte mit Analysenzahlen für den Kundigen zu ersehen sein wird. Andere Analysen ergaben:

Magnesiumpyrophosphatausbeute bei Kiefernboden[5]):

zweiter Klasse	dritter Klasse	dritter Klasse	vierter Klasse	fünfter Klasse
0,0809 %	0,1050 %	0,0508 %	0,0663 %	0,0729 %

Kalkgehalt bei Kiefernboden[6]):

zweiter bis dritter Klasse	fünfter Klasse
0,0468 %	0,0538 %

Kaligehalt bei Kiefernboden[7]):

erster Klasse	zweiter Klasse	zweiter bis dritter Klasse	fünfter Klasse
0,0339 %	0,1109 %	0,0176 %	0,0246 %

Das mag hier genügen. Eine Behandlung dieser und sämtlicher andern in der erwähnten Abhandlung angegebenen Wertszahlen nach den Grundsätzen

---

[1]) Trommer, Handbuch der Bodenkunde, Berlin 1857.

[2]) Tharander Forstliches Jahrbuch, **60**, 283 (1909).

[3]) Zeitschrift f. Forst- u. Jagdwesen, **37**, 140 (1905).

[4]) Allem Anschein nach sind nicht einmal die Bestimmungen selbst doppelt erledigt und so eine Kontrolle über die Genauigkeit der Ausführung der unbequemen Methode ermöglicht worden.

[5]) Zeitschrift f. Forst- u. Jagdwesen, **1**, 509 (1869).

[6]) Ebenda, **3**, 369 (1871).

[7]) Ebenda, **3**, 373 (1871).

der Wahrscheinlichkeitsrechnung würde wohl deutlich zeigen, wie wenig sie zu weitgehenden Schlußfolgerungen berechtigen.

Im Anschluß hieran mag noch einmal darauf hingewiesen werden, daß die Probenahme mit großen Schwierigkeit verbunden, und die Feststellung des für unsere Forstpflanzen aufnehmbaren Anteils der Pflanzennährstoffe mit Hilfe der chemischen Analyse ein noch ungelöstes Problem ist.[1])

Aus letzterem Grunde kann auch die Beurteilung eines schwer löslichen Abfallprodukts für Düngezwecke lediglich auf Grund einer chemischen Untersuchung zu außerordentlichen Fehlgriffen führen.[2]) Sehr klare und zweckentsprechende Ausführungen eines praktischen Forstmanns in ähnlicher Richtung scheinen leider wenig Leser gefunden zu haben.[3]) Solche ohne experimentelle Prüfung der Ausnutzung durch den wissenschaftlich exakten, von Nebenumständen losgelöster Versuch, nur auf Grund der „Überzeugung" gemachten Ratschläge können, so wohlgemeint sie sind, doch die ganze theoretische Forschung bei der Praxis in Mißkredit bringen, wenn sie sich nachher nicht bewähren. Und sie leiten zu Mißgriffen über, wie dieselben in der Landwirtschaft durch das berüchtigte Henselsche Steinmehl illustriert werden.[4])

Doch dies nur beiläufig. — Um hier die Besprechung der Vorbereitungen für einen wissenschaftlich exakten, unter den Bedingungen des Waldes ausgeführten Düngungsversuch zu beschließen, sei aus der großen Menge der sich noch aufdrängenden Fragen nur eine herausgegriffen: Sie wird freilich selbstverständlich erscheinen. In keiner Weise und unter keinem Vorwand dürfen Interessen irgend welcher Art außer denen der Forschung dabei eine Rolle spielen. Namentlich darf nicht durch Zuwendungen von seiten der Düngerinteressenten, die, auch wenn sie nur in kostenloser Überweisung größerer Düngermengen bestehen, leicht Mißdeutungen ausgesetzt sind, die Unabhängigkeit der wissenschaftlichen Versuchstätigkeit auch nur von dem Schatten eines Zweifels berührt werden. Daß es noch weniger angängig ist, irgend welchen Interessentenkreisen einen Einfluß auf die Ausführung der Versuche zuzugestehen, bedarf wohl überhaupt nicht der Erwähnung.[5])

---

[1]) So auch z. B. Tharander Forstliches Jahrbuch, **54**, 157 (1904).

[2]) Zeitschrift f. Forst- u. Jagdwesen, **37**, 145 (1905) — Auch rein wirtschaftlich dürften die hier angegebenen Werte Bedenken erregen. Es soll Basaltgrus, 50 cbm pro Hektar, aufgebracht werden, der allein ab Werk einen Preis von 50 bis 75 M. hat, wozu noch Transport dieser siebenhundert Doppelzentner, sowie Ausstreuen käme.

[3]) Zeitschrift f. Forst- u. Jagdwesen, **33**, 706 (1901).

[4]) In der unten zitierten Abhandlung wird Basaltgrus als Kalkdünger empfohlen, in einem Zeitschrift f. Forst- u. Jagdwesen, **40**, 746 (1908) beschriebenen Versuch sogar Granitmehl angewendet.

[5]) Vgl dazu über die direkte Beteiligung von Interessenten an Düngungsversuchen forstlicher Art: Zeitschrift f. Forst- u. Jagdwesen, **33**, 699 (1901). Tharander Forstliches Jahrbuch, **54**, 158, 175, 202 (1904). Ferner zu dieser Frage; ebenda, **54**, 185 (1904).

Bei Einrichtung der Versuchsflächen darf nicht vergessen werden, einen ausreichend breiten Schutzstreifen, der mit der gleichen Pflanzenart besetzt werden muß,[1]) anzulegen, und womöglich außerdem einen weiteren, leeren Streifen.

Die Pflege: Auch hierüber finden sich wesentliche Vorschriften bereits vor[2]), und es wird sich nur noch erübrigen, Besonderheiten hervorzuheben, soweit nicht auch darüber schon in diesem Aufsatz Hinweise gegeben sind.

Daß es zweckmäßig ist, nicht durch Lage des Versuches denselben Rauchschäden auszusetzen, seien diese auch nur geringeren Umfanges, wird besonders bei in der Nähe von Städten oder industriellen Unternehmungen bezw. Bahnlinien oder Bahnhöfen liegenden Versuchsstücken wohl zu beachten sein, zumal sich unter Umständen Rauchschäden ja bekanntlich auf recht erhebliche Entfernungen bemerkbar machen können.[3]) Es kommt hinzu, daß bekanntlich Rauchschädigungen von gut ernährten Pflanzen besser ertragen werden, als von hungernden,[4]) so daß auf diesem Wege direkt Verschiedenheiten in den Versuch hineingetragen werden können.

Über die Beseitigung des Unterkrautes wurde bereits gesprochen; daran hat sich überhaupt eine regelrechte Pflege der physikalischen Beschaffenheit des Bodens anzuschließen, da man sonst, wie schon gesagt, die Fragestellung des Versuchs zu sehr kompliziert.

Der Versuchsleiter muß mindestens allmonatlich, besser aber noch häufiger selbst oder durch einen wissenschaftlichen Hilfsarbeiter genaue Aufzeichnungen über sämtliche irgendwie wichtig erscheinenden Momente machen, die bezüglich des Standes der Versuchsflächen in Betracht kommen. Dabei ist Verwendung eines Punktiersystems, das spätere graphische Darstellung der Beobachtungen ermöglicht, sehr ratsam.[5]) Auch sind natürlich Schädigungen aller Art, so weit dies irgend durchführbar, sorgfältig auszuschließen, da sie leicht alle aufgewandte Mühe erfolglos machen.[6])

Besonders weiter Zeitschrift f. Forst- u. Jagdwesen, **33**, 709 (1901); ebenda, **39**, 141 (1907). Forstwissenschaftliches Zentralblatt, **23**, 220 (1901); **28**, 572 (1906). Tharander Forstliches Jahrbuch, **54**, 210 (1904); **59**, 200 (1909); **60**, 254 (1910) und an anderen Orten.

[1]) Tharander Forstliches Jahrbuch, **55**, 120 (1905). Mitteilungen der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft, **20**, 115 (1905). Über Düngung im forstlichen Betriebe, Verlag von Neumann, Neudamm 114 (1906); Zeitschrift f. Forst- u. Jagdwesen, **33**, 704 (1901); **40**, 309 (1908). Weiter: Mitteilungen der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft, **20**, 116 (1905); ebenda, **25**, Stück 11 (1910); Tharander Forstliches Jahrbuch, **55**, 136 (1905).

[2]) Mitteilungen der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft, **20**, 116 (1905).

[3]) In der Literatur, vgl. Rauchbeschädigung, Leipzig, Verlag von Gebrüder Borntraeger, 190, 191, 200 (1903), finden sich Angaben bis 3½, 5 km und mehr.

[4]) Mitteilungen der Kgl. Landwirtschaftlichen Akademie Poppelsdorf, 2, 34 (1869).

[5]) Landwirtschaftliche Versuchsstationen, **69**, 281 (1908).

[6]) Mitteilungen der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft, **25**, Stück 11 (1910) — **wilde Kaninchen.**

Da Forstdüngungsversuche eine mehrjährige Durchführung erfordern,[1]) muß von vornherein alles aufgeboten werden, daß auch troß störender Zwischenfälle ein einmal begonnener Versuch lange Zeit hindurch von dem ursprünglichen Versuchsleiter gepflegt und endlich beendet und wissenschaftlich bearbeitet werden kann. Daß in jeder Weise die Pflege eines derartigen Versuches über etwaige andere Wünsche, etwa im Interesse des Forstreviers oder dergleichen, gestellt werden muß, erscheint wohl auch ohne weiteres einleuchtend. Ebensowenig dürfen irgend welche Eingriffe und Änderungen des Versuchs, falls sie nicht von dem Versuchsleiter selbst ausgehen, stattfinden. Zumeist wird es aber auch nicht ratsam für den Versuchsleiter selbst sein, an einem einmal in bestimmter Absicht begonnenen Versuch herumzuverbessern. Dann schon lieber, wenn sich erhebliche Fehler der Anlage zeigen, einen neuen Versuch beginnen.

Ein vielleicht noch zu erwähnender Umstand ist die von den Pflanzen der Versuchsfläche entfallende Streu. Es wird sich wohl empfehlen, die Blätter bei den hier in Frage kommenden jungen Laubhölzern kurz vor dem Abfallen täglich zu sammeln, soweit sie ziemlich abgestorben sind; Wage und Analyse sind auch hier nicht zu entbehren. Wenn man der Streu keine Beachtung schenkt, kann sie auf andere Parzellen verweht, wie auch selbst auf den eigenen Stücken die Versuchsergebnisse trüben. Bei Nadelholz wird weniger Sorgfalt ausreichen.

Mit in die Pflegearbeiten hinein wird vielfach die Verabreichung der beabsichtigten Düngung gehören. In voller Verkennung der Sachlage ist zuweilen gegen die Düngung der Forstgewächse ein ungünstiger Einfluß angeführt worden,[2]) den einige der leichtlöslichen Düngemittel gezeigt haben, das sogen. „Verbrennen" der Pflanzen.[3]) Daran ist aber nicht der Kunstdünger schuld, sondern die Hand, die ihn ohne Sachkenntnis anwendete. Der Unkundige kann auch mit einer Schießwaffe Unheil anrichten, aber man wird deswegen nicht auf deren Gebrauch verzichten wollen. So wird es wahrscheinlich vielfach notwendig sein, die für einen Versuch in Aussicht genommenen Düngemittel nicht auf einmal zu verabreichen, wodurch man auch zugleich der Auswaschung unter Umständen großen Vorschub leistet, sondern sie in kleinen Mengen auf mehrere Jahre zu verteilen, wie entsprechend die Landwirtschaft dies seit Jahrzehnten schon für ihre einjährigen Pflanzen auf mehrere Monate tut.[4])

Zum Schluß sei darauf hingewiesen, daß es sehr zweckmäßig ist, alle

[1]) Forstwissenschaftliches Zentralblatt, **23**, 225 (1901).

[2]) Zeitschrift f. Forst- u. Jagdwesen, **37**, 142 (1905).

[3]) Über Düngung im forstlichen Betriebe. Verlag von Neumann, Neudamm, 101 (1906). Dort auch weitere Literatur.

[4]) Vgl. auch Verhandlungen der 25. Versammlung des Hessischen Forstvereins zu Hanau, 37 (1902).

an dem Versuch irgendwie beteiligten untergeordneten Hilfskräfte für tadellose Erledigung der ihnen obliegenden Aufgaben durch Sondervergütungen zu interessieren. Es liegt das im eigensten Interesse des Versuchsleiters. Die Mühe und Unbequemlichkeit ist bei guter Durchführung der Obliegenheiten auch für diese Mitarbeiter oft nicht gering und kann nicht, wie dies bei wissenschaftlichen Hilfskräften selbstverständlicher Gebrauch ist, durch die Hervorhebung der Mitarbeiterschaft im Titel des späteren Berichts belohnt werden. — Dies einige Winke für die Pflege der hier besprochenen Versuche.

Die Ergebnisfeststellung. Der Schluß und gewissermaßen die Krönung des Düngungsversuchs im Walde, soweit er für wissenschaftliche Zwecke in exakter Weise durchgeführt worden ist, wird die genaue Ergebnisfeststellung und ihre kritische Bearbeitung sein. Auch an dieser, worauf einzugehen hier zu weit führen würde, fehlt es nur zu sehr. Mit bloßer Mitteilung der Ergebniszahlen von Düngungsversuchen ist wenig getan. Bei dem augenblicklich zur Diskussion stehenden Kapitel, in dem wir es mit Versuchen an jüngeren Forstpflanzen zu tun haben, wird unbedingte Forderung sein müssen, daß zum Schluß die gesamten Versuchsflächen, jede natürlich genau für sich, abgetrieben und mit Wage, und soweit dies erforderlich und möglich erscheint, mit der chemischen Analyse auf ihre Erträge geprüft werden.

Ob bisher derart bereits verfahren worden ist, vermag ich nicht genau anzugeben,[1]) häufig ist es jedenfalls nicht geschehen. Und damit müssen wir uns mit einem Kapitel beschäftigen, das wohl in weit höherem Grade als viele anderen wirklichen oder angeblichen Fehler unserer forstlichen Düngungsmethodik die Unsicherheit der Ergebnisse verschuldet.[2])

Bei den Versuchen des praktischen Forstmannes mag gelegentlich die Rücksicht auf die schön ausgebildeten Pflanzen die Feststellung des Ergebnisses durch Aberntung und Wiegen hintertreiben, meiner Meinung auch dann kaum mit Recht;[3]) bei wissenschaftlichen Versuchen aber darf das kein Grund sein, den tatsächlichen Erfolg nicht so genau wie nur irgend durchführbar, festzustellen. Das gilt selbstverständlich nicht nur dann, wenn der Versuch nach einem oder zwei Jahren beendet wird, sondern auch bei längerer Dauer desselben.

Man hat nun als Hilfsmittel anderer Art, um zu einer Ermittelung der Wirkung zu kommen, die Messung, die Photographie, auch wohl nur die Beurteilung durch das praktisch geschulte Auge herangezogen.

Selbstverständlich werden diese auch während des Versuchs in der Zeit, die ich als Pflegezeit rechne, nach Ermessen zu benutzen sein, denn

---

[1]) Über Düngung im forstlichen Betriebe. Verlag von Neumann in Neudamm, 116 (1906).

[2]) Zeitschrift f. Forst- u. Jagdwesen, 37, 139 (1905).

[3]) Forstwissenschaftliches Zentralblatt, 28, 575 (1906).

es kann ja nur vorteilhaft sein, wenn möglichst viel Ermittlungsverfahren verwendet werden. Indes werden sie niemals die unparteiische und eine feste Zahl gebende Wage zu ersetzen vermögen.

Am wenigsten geeignet zu Feststellungen ist ja unzweifelhaft das Auge. Ich bin in forstlichen Fragen nicht genügend bewandert, um mir ein Urteil in dieser Richtung auf Grund eigener Anschauung zu erlauben. Doch habe ich von praktischen und wissenschaftlich tätigen Forstleuten manches gehört, was meiner Ansicht Recht gibt. Und was über den „Götterblick" gelegentlich gespottet wird, ist wohl auch nicht immer unbegründet. Jedenfalls aber weiß ich aus Erfahrung, daß oft Unterschiede in landwirtschaftlichen Erträgen von 15% und mehr durch erfahrene Praktiker nicht sicher durch den Augenschein erkannt werden können. Kommt gar noch eine Autosuggestion dazu, die ja bei dem Leiter eines Versuches besonders nahe liegt, so kann eine Schätzung allein nach dem bloßen Augenmaß selbstverständlich niemals irgend welche wissenschaftliche Bedeutung beanspruchen. Es würde ebensogut eine Schätzung unterblieben sein können.[1]) Denn auch die Anforderungen des einzelnen Forstmannes an eine „gute" oder „hervorragende" Pflanze werden schwanken[2]), abgesehen davon, daß auch Beleuchtung, Hintergrund und ähnliche Umstände auf das Urteil wirken. Es werden also alle Versuche, über die nur allgemeine, auf bloßer Beobachtung ohne Messung usw. beruhende Angaben gemacht sind, niemals auf dauernde Bedeutung und Geltung für weitere Kreise Anspruch erheben können.[3]) Doch auch die Messungen sind nicht ohne weiteres als maßgebend anzusehen. Zunächst ist sehr häufig nur ein Teil der Pflanzen gemessen worden. Entweder wurde eine oder mehrere Reihen gemessen.[4]) Daß diese Ermittlung nicht den berechtigten Anforderungen genügen kann, beweist bereits ein Blick auf die an gleichem Ort sich findende Angabe der Zahl der Pflanzen auf 1 m Rille, die bei den ungedüngten ganz erheblich höher ist, im Durchschnitt zweier Beete 41, gegen z. B. 27 bei Kalisulfatdüngung. Es liegt auf der Hand, daß dadurch die ungedüngten Beete, was Ausbildung der Einzelpflanze anbetrifft, gegenüber den gedüngten benachteiligt waren und daß durch das verwendete Ergebnisfeststellungsverfahren diesem Umstand nicht Rechnung getragen wird. Außerdem ist auch keinerlei Sicherheit vorhanden, daß gerade die verwendeten fünf Rillen dem Stande aller Pflanzen entsprechen. Vielmehr kann man sagen: Entweder waren nur fünf Rillen für den Versuch notwendig, weshalb hat man dann zehn

---

[1]) Forstliche Blätter, Heft 8 (1901).

[2]) Über Düngung im forstlichen Betriebe, Verlag von Neumann, Neudamm, 116 (1906).

[3]) Zeitschrift f. Forst- u. Jagdwesen **23**, 413 (1891); ebenda **39**, 146/47 (1907); Verhandlungen der 25. Versammlung des Hessischen Forstvereins zu Hanau, 48 (1902).

[4]) Tharander Forstliches Jahrbuch **55**, 121 (1905).

benutzt? Oder man verwandte mit Recht zehn Rillen bei der Anlage, dann hätte man sie auch alle zur Endfeststellung heranziehen müssen. Es kommt noch hinzu, daß für die Messung wie für die bei diesem Versuch auch anerkennungswerterweise vorgenommene Gewichtsfeststellung[1]) nur je 100 Pflanzen pro Beet herangezogen wurden. Wie leicht können trotz bester Absicht dabei Fehler unterlaufen, wie schwer ist es, richtige Durchschnittsproben zu nehmen! Und endlich, es liegt keinerlei Garantie dafür vor, daß der aus diesen 100 Pflanzen pro Beet erhaltene Mittelwert nun auch wirklich als sichere Grundlage verwendet werden kann, wenn nicht auf Grund der Einzelabweichungen der 100 Werte untereinander mit Hilfte der Wahrscheinlichkeitsrechnung festgestellt wurde, daß der Fehler dieses Mittels sich in bescheidenen Grenzen bewegt. Denn daß jedes Mittel, das man bildet, fehlerbehaftet ist, wird wohl bekannt sein.

Eine andere Methode der Messung wählt gleichfalls nach möglichst objektivem Verfahren die zu messenden Kiefern aus.[2]) Sie ist aber zweifellos noch unvollkommener wie die eben besprochene, obwohl sie nach Lage der Dinge — Besichtigung eines Versuches auf der Reise — kaum besser gestaltet werden konnte.

Andern Orts hat man[3]) „auf jeder Unterfläche in gleichmäßiger Verteilung je drei 10 bis 20 m lange Streifen abgesteckt und die darauf befindlichen Pflanzen gemessen". Auch hiergegen lassen sich, zumal ebenfalls über die Einzelabweichungen der verschiedenen Messungswerte Angaben fehlen, die schon oben geltend gemachten Einwände erheben. Es sind aber noch weiter die dankenswerterweise angeknüpften kritischen Sätze nicht zu übersehen, welche einen weiteren Beweis für die unabweisbare Notwendigkeit darstellen, einen forstlichen, wissenschaftlich exakt ausgeführten Düngungsversuch zur Ermittlung der Verhältnisse unter den Verhältnissen des Waldes durch einen vollständigen Abtrieb der Versuchspflanzen mit folgender Wägung zu beenden. Es wird nämlich gesagt: „Ich muß jedoch hervorheben, daß diese Zahlen nicht unter allen Umständen ein klares Urteil zulassen. Man kann nämlich den gleichen Wert bekommen einerseits aus vielen ziemlich gleichmäßig, jedoch nicht besonders wüchsigen Pflanzen, und anderseits aus Kulturen, in denen einige Pflanzen sich besonders stark entwickeln und ihre Nachbarn vollständig unterdrücken; letzteres ist aber gerade dann der Fall, wenn die Düngung recht günstig wirkt. Die Messungsergebnisse müssen daher durch den Eindruck der örtlichen Besichtigung ergänzt werden."[4]) Damit kämen wir aber wieder auf die von allerlei subjektiven Trübungen

---

[1]) Hierüber weiter unten nähere Angaben.

[2]) Zeitschrift f. Forst- u. Jagdwesen **33**, 710 (1901).

[3]) Zeitschrift f. Forst- u. Jagdwesen **39**, 142 (1907).

[4]) Ebenda, vergleiche ferner: Mitteilungen der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft **20**, 77 (1905).

nicht freie Entscheidung nach dem Augenmaß, über die ja wohl nach den vorhergehenden Ausführungen nicht noch ausführlicher zu sprechen ist.

Wie bei solchen Ermittlungen nach Messung eines Teils der Pflanzen und nach Augenmaß beide so erhaltenen Ergebnisse miteinander kollidieren können, zeigt deutlich ein Versuchsbericht, dessen Autor daher seine Messungen und Wägungen verwirft, und erfreulicherweise auf den richtigen Schluß kommt: „Ja, wenn die gesamte Ernte des Gartens zum Wägen gekommen wäre, dann würde ich den so gefundenen Maßstab für den einzig richtigen halten."[1]) — Verfahren wir also danach!

Ich darf hiernach wohl die Versuche, bei denen ohne nähere Angaben über die Art der Gewinnung der Zahlen einfach Mittelwerte für Höhe oder Länge der Jahrestriebe usw. angegeben werden, ohne daß deren Richtigkeit bezw. der ihnen anhaftende Fehler sich auch nur entfernt beurteilen läßt, unbesprochen lassen.[2]) Ebenso andere, bei denen nicht festzustellen ist, ob nicht eine, natürlich optima fide mögliche Auswahl stattgefunden hat.[3])

Nur noch ein Verfahren, durch Messung eines Teiles der Pflanzen das Ziel einer genügenden Ermittlung der Düngerwirkung zu erreichen, sei noch kurz besprochen. Bei ihm wird auf je 100 Pflanzen des Einzelstückes eine der besten ausgesucht und aus der so erhaltenen Anzahl von Elite-exemplaren wieder je die allerstärkste als Vergleichsobjekt.[4]) Daß dies Verfahren zu Irrtümern die weitgehendste Veranlassung geben kann, wird bei kurzer Überlegung einleuchten. Irgend eine durch zufällige Umstände begünstigte Pflanze vermag dann ja über den schlechten Stand der sämtlichen anderen des betreffenden Versuchsstückes hinwegzutäuschen!

In drei neuen Veröffentlichungen sind nun sämtliche Versuchspflanzen zur Messung herangezogen worden.[5]) Allerdings fehlen in allen drei Fällen die Einzelzahlen, die ja zwar eine große Belastung der Veröffentlichung in verlagstechnischer Hinsicht dargestellt hätten, aber doch das einzige Mittel sind, dem Leser ein Bild über die Ausgeglichenheit der zusammengehörigen Einzelzahlen und damit über den Wert der mitgeteilten mittleren Höhen zu geben, falls nicht der Autor unter Benutzung der Wahrscheinlichkeitsrechnung diesen Wert durch Angabe des ihm anhaftenden wahrscheinlichen Fehlers kritisiert. So ist dem Leser eine eigene Beurteilung in dieser Richtung benommen und damit auch der Wert der Versuche äußerst verringert.

Ohne daß ich damit, wie bereits erwähnt, die Messung für die Beurteilung der forstlichen Düngungsversuche ausschalten oder auch nur als im

[1]) Forstwissenschaftliches Zentralblatt **28**, 575 (1906).

[2]) Mitteilungen der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft **20**, 75, 79 (1905); **29**, 513, 530 (1910). Tharander Forstliches Jahrbuch **54**, 184 (1904).

[3]) Mitteilungen der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft **24**, 72 (1909).

[4]) Tharander Forstliches Jahrbuch **54**, 218 (1904).

[5]) Zeitschrift f. Forst- u. Jagdwesen **40**, 310 (1908); Tharander Forstliches Jahrbuch **60**, 268 (1909); Mitteilungen der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft **25**, 11 (1910).

allgemeinen entbehrlich bezeichnen will, sollte sie als weniger bedeutungsvoll der Wägung des Ertrages gegenüber anerkannt werden. Ferner muß doch für sie einmal Messung aller Versuchspflanzen und zweitens Mitteilung der sämtlichen Messungen oder einfacher und besser der den daraus berechneten Mitteln anhaftenden wahrscheinlichen Fehler gefordert werden. Andernfalls werden auch die weitgehendsten Messungen nicht auf eingehende Beachtung seitens des kritischen Lesers Anspruch machen können. Was endlich die Wägung bei der hier besprochenen Art des forstlichen Versuchs anbetrifft, so ist das dafür bislang vorhandene Material nur ein äußerst geringes. Ein Versuch, bei dem die gesamte Versuchsfläche eines 22jährigen Stangenholzes abgetrieben und gewogen wurde, entbehrt leider der Parallelstücke und ist deswegen ohne überzeugende Wirkung.[1]) In andern Fällen, die zumteil bereits berührt sind[2]), fand nur die Wägung eines kleinen Bruchteils der Pflanzen statt, was bei einer ähnlichen Arbeit bereits dem Autor selbst zu der Bemerkung Ursache gibt, „aus dieser Tabelle endgültige Schlüsse zu ziehen, dürfte bei der geringen Zahl der untersuchten Pflanzen nicht angezeigt erscheinen".[3]) Noch mehr gilt dies natürlich, wenn nur Angaben des Gewichts einer Pflanze pro Parzelle sich finden, ohne daß man erfährt, ob dies ein Mittelwert ist und wie hoch der ihm anhaftende Fehler sich beläuft.[4]) Man wird aber auch durch komplizierte Versuche, in einer geringeren Pflanzenmenge den maßgebenden Durchschnitt der ganzen Parzelle zu erhalten, niemals die Ermittlung des gesamten Ertrages ersetzen können, ebensowenig wie dies für die Messung gilt.[5])

Noch ein Hilfsmittel der Ergebnisfeststellung ist kurz zu besprechen, die Photographie. Auch hierbei hat man geglaubt, durch „offenes Auge und gutes Gewissen", durch „größtmögliche Sorgfalt und Gewissenhaftigkeit" ohne allzu große Schwierigkeiten ein Durchschnittsexemplar auswählen und zur Abbildung bringen zu können. Das auf diesem Wege nicht nur kein exaktes Ergebnis, sondern zumeist nicht einmal ein Ersatz für die allgemeine Abschätzung durch das Auge geboten werden kann, wird bei eingehender Überlegung wohl auch dem Zweifler klar werden. Denn zu all den bereits besprochenen Fehlermöglichkeiten subjektiver Schätzung kommt nun noch die Frage der Abbildung des Objekts auf einer Fläche und von einer Seite. Eine ältere Abhandlung, bei der man auch feststellen kann, daß die gleiche Pflanze bei mehrfacher Abbildung bereits merkbare, wenn auch nicht auffällige Verschiedenheiten des Bildes aufweist, wird für den aufmerksamen

---

[1]) Mitteilungen der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft **20**, 77 (1905).

[2]) Tharander Forstliches Jahrbuch **55**, 122 (1905).

[3]) Mitteilungen der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft **25**, Stück 11 (1910).

[4]) Verhandlungen der 25. Versammlung des Hessischen Forstvereins zu Hanau 30, (1902).

[5]) Tharander Forstliches Jahrbuch **59**, 106 (1909).

kritischen Leser recht instruktiv sein.[1]) In ganz richtiger, nur vielleicht noch nicht genügend scharfer Weise ist auf diese Verhälnisse bereits kurz von anderer Seite hingewiesen worden[2]), was allerdings nicht verhindert, daß nicht wenige Veröffentlichungen über Düngungsfragen als wesentliches Mittel der Ergebnisfeststellung die Photogaphie verwenden[3]), die höchstens als Ergänzung zahlenmäßiger Angaben in manchen Fällen Berechtigung beanspruchen kann. Aber sogar in Form eines Gemäldes ist ein forstlicher Düngungsversuch dargestellt worden![4])

Damit wäre das, was ich über den wissenschaftlichen Waldversuch für jüngere Waldpflanzen hier zu sagen hatte, erledigt.

d) Der wissenschaftliche Waldversuch für ältere Holzpflanzen.

Hier wird sich die Versuchsanstellung naturgemäß viel schwieriger gestalten, und ich muß, wie bereits oben, darauf hinweisen, daß die Weiterbildung der exakten Methodik für jüngere Pflanzen und die dabei gewonnenen Erfahrungen wohl das beste zur Feststellung der hier notwendigen Verfahren tun werden. Nur einige Hinweise mögen auch hier nicht fehlen.

Daß einmal die schon bei den vorbesprochenen Versuchen leicht zu gering gewählte Breite der Schutzstreifen hier eine ganz besondere Rolle spielt, liegt auf der Hand.[5])

Dann ist ein sehr gewichtiges, aber auch schwieriges Moment die Zumessung des notwendigen Lichtes. Wenn man von einer gedüngten Vergleichsfläche besseres Wachstum verlangt, wird man vielfach nicht anders handeln können, als den Einzelbäumen einen freieren Stand und damit bessere Belichtung zu gewähren; denn alle Düngung vermag nichts auszurichten, wenn der Wachstumsfaktor Licht sich im Minimum befindet.

Man würde also wohl derart verfahren müssen, daß man bei Erprobung einer einzigen, vielleicht Kali, Phosphorsäure und Stickstoff umfassenden Düngung eine Gruppe von Parallelparzellen unbehandelt, eine unbehandelt und belichtet, eine gedüngt und unbelichtet und eine gedüngt und belichtet verwendet und dabei die bei der Lichtung gewonnenen Holzmengen bucht, um sie nachher dem Ertrage der gelichteten Stücke zuzählen zu können. Die Feststellung aber, ob ein älterer Bestand überhaupt die notwendige

[1]) Forstwissenschaftliches Zentralblatt 28, 570 (1906). — Daß hier auch fundamentale Versuchsbedingungen verletzt sind, indem z. B. die verglichenen gedüngten und ungedüngten Pflanzen zumteil verschiedenes Alter aufweisen, daß ferner die Angaben im Text und auf den Tafeln sich teilweise widersprechen, sei nur beiläufig angeführt.

[2]) Über Düngung im forstlichen Betriebe, Verlag von Neumann, Neudamm, 118 (1906).

[3]) Tharander Forstliches Jahrbuch 54, 182, 219 (1904); Zeitschrift f. Forst- u. Jagdwesen 39, 160 (1907).

[4]) Zeitschrift f. Forst- u. Jagdwesen 39, 147 (1907).

[5]) Mitteilungen der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft, 20, 116 (1905).

Gleichmäßigkeit für Versuchsdurchführung besitzt, wird kaum anders als durch Verwendung zahlreicher Parallelparzellen und damit nachträglich zu erreichen sein.

Daß zur Ergebnisfeststellung sowohl die Masse, bezw. das Trockengewicht wie der Taxwert der erzielten Holzmengen heranzuziehen ist, dürfte sich von selbst verstehen. Ebenso, daß wohl bei alten Bäumen noch mehr als bei jungen eine Düngung mit großen Nährstoffmengen unrichtig ist, soweit nicht die Wahrscheinlichkeit vorliegt, daß Versickerung u. dgl. unterbleibt.

Während des Versuches wird man, wie dies bereits bei derartigem Unternehmen auch geschieht, die Messung heranziehen können, ohne daß indessen die zu erzielenden Werte anders als mit Hilfe der Wahrscheinlichkeitsrechnung beurteilt und verwertet werden dürften. Doch werden hier wohl der exakten Messung der Höhen zu große Schwierigkeiten entgegenstehen.

e und f) Der nur eigener Orientierung und Beurteilung der wirtschaftlichen Verhältnisse dienende Versuch des Praktikers an jungen wie alten Holzpflanzen.

Hier liegen, wie schon oben erwähnt, andere Bedürfnisse vor als für wissenschaftlich exakte Versuche. Für den praktischen Forstmann wird der Versuch zur Kunst des Möglichen werden und auch dann Nutzen stiften können. Aber nur unter der Bedingung, daß der Praktiker während seiner akademischen Ausbildung, wie später durch Literaturstudium, sich darüber auf dem Laufenden hält, was von wissenschaftlich exakten Versuchen verlangt werden muß, und sich nach Kräften bemüht, diesen Anforderungen auch für seinen Versuch annähernd gerecht zu werden[1]) dabei ein offenes Auge, ein kritisches Urteil für die Schwächen seiner Versuchsanstellung hat. Verwendung von Vergleichsstücken ist auch hier nicht zu vermeiden, will man wenigstens leidlich genaue Feststellungen erhoffen.

Damit stehe ich am Schlusse meiner Betrachtung. Sie macht in keiner Weise den Anspruch, vollständig zu sein, dazu hätte ein Buch kaum ausgereicht, noch viel weniger aber meine geringe Erfahrung in forstlichen Fragen. Immerhin hoffe ich, eine dem einen oder anderen willkommene Anregung, besonders nach der Richtung der Sicherheit der Versuchsergebnisse hin, gegeben zu haben. Vielleicht findet sich die Möglichkeit, in einer sich anschließenden literarischen Diskussion über die eine oder andere Frage noch manches deutlicher und klarer darzustellen und etwa vorhandene Unrichtigkeiten zu verbessern.

Eine mit den hier besprochenen Dingen zusammenhängende Frage, die nach den Ansprüchen der Waldpflanzen an den Nährstoffgehalt des Bodens und den Mineralgehalt der Waldpflanzen, konnte ich nicht mehr in die Besprechung hineinziehen. Auch sie hätte wohl Gelegenheit zur Kritik geboten.

---

[1]) Forstwissenschaftliches Zentralblatt 23, 232 (1901).

Mir will es wenigstens nicht wahrscheinlich dünken, daß dem Hektar Land entzogen werden:

	Stickstoff kg	Kali kg	Phosphorsäure kg	Kalk kg
durch zwei Kartoffelernten . . .	175,6	235,6	72,0	102,0 [1]
durch zwei Haferernten	78,0	56,0	25,8	20,6
dagegen durch junge Kiefern im 1. und 2. Jahr	187,3	101,9	46,0	73,4
durch junge Fichten im 1. u. 2. Jahr	158,6	79,1	62,9	93,6 [2]

Es würden demnach Fichten oder Kiefern in ihren beiden ersten Lebensjahren dem Lande etwa doppelt so viel Nährstoffe entziehen wie gleich lange dauernder Anbau von Hafer und, mit Ausnahme des Kali, nahezu gleich viel wie zwei Kartoffelernten von je 150 Doppelzentner Knollen plus 75 Doppelzentner Kraut pro Hektar!

Doch dieser Hinweis genüge. Vielleicht bietet sich mir später, wenn ich über eine wissenschaftliche Hilfskraft zu verfügen habe, auch einmal Gelegenheit, diese Fragen experimentell zu behandeln.

Über die Luftinfektion des Mutterkornes (Claviceps purpurea Tul.) und die Verbreitung pflanzlicher Infektionskrankheiten durch Temperaturströmungen.[3]

Von **Richard Falck.**

Im Jahre 1851 hat Tulasne[4]) nachgewiesen, daß die schwarzen, hornförmigen Mutterkörner, welche vorzugsweise in reifenden Roggenähren auftreten, das Dauermycelium (Sclerotium) eines Schlauchpilzes (Ascomyceten) darstellen, der schon unter dem Namen „Sphaeria purpurea Fr." bekannt geworden war. Wenn man nämlich diese Mutterkörner in geeigneter Weise feucht legt, dann beginnen sie zu keimen und es werden kleine kopfförmige Fruchtkörper ausgebildet, die durch einen vom Heliotropismus gerichteten Stiel über die Oberfläche des feuchten Bodens hinausgehoben werden (Fig. 1). Die ganze Oberfläche des Köpfchens ist dichtbesetzt mit sackförmig eingesenkten Höhlungen (Perithezien), und diese wiederum sind von einer großen Zahl schlauchförmiger Gebilde, den Asken, erfüllt. Jeder dieser Asken (Fig. 2b) enthält dann 8 fadenförmige Sporen, die, wie man

---

[1]) Über Düngung im forstlichen Betriebe, Verlag Neumann-Neudamm, 130 (1906).

[2]) Tharander Forstliches Jahrbuch, **44**, 214 (1894).

[3]) Es handelt sich hier zunächst nur um eine vorläufige Mitteilung über die Sporenausstreuung und Sporenverbreitung bei den Pyrenomyceten an dem Beispiel des Mutterkornes. Ausführliche Arbeiten, welche das ganze Gebiet der Ascomyceten auf experimenteller Grundlage behandeln, hoffe ich in kurzer Folge veröffentlichen zu können.

[4]) Tulasne, Ann. sc. nat. 3 t XX.

seit den Untersuchungen von Durieu und Kühn weiß, auf die Narben von blühenden Roggenähren übertragen, in das Gewebe des jungen Fruchtknotens eindringen und diejenigen Entwicklungserscheinungen hervorrufen, welche mit der erneuten Bildung der Mutterkörner endigen.

In den jungen Fruchtknoten veranlassen die Mycelien des Mutterkornpilzes (durch Reizwirkungen) eine erheblich gesteigerte Nahrungszufuhr, wodurch die Ausbildung der befallenen Gewebe erheblich gefördert, die Entwicklung der übrigen Körner der Ähre aber entsprechend beeinträchtigt wird. Deshalb können auch bei totalen Infektionen in jeder Ähre immer nur vereinzelte Mutterkörner zu den bekannten hornförmigen Gebilden heranwachsen. Bevor die Reifung dieser sich vollzieht, wird in den infizierten Fruchtknoten zunächst ein Conidien bildendes Mycellager ausgebildet, dessen Oberfläche zugleich mit den in großer Menge abgegliederten Conidien einen zuckerhaltigen Schleim absondert, der bei üppiger Ernährung der Pflanze in dicken Tropfen zwischen den Spelzen der befallenen Blüte hervortritt und, von Insekten auf weitere Blüten übertragen, erneute Infektionen derselben Art herbeizuführen vermag. Diese Erscheinung war als besondere Erkrankung des Roggens schon früher bekannt und unter dem Namen „Sphacelia segetum“ (Lév.) beschrieben worden.



Fig. 1.
Gekeimtes Mutterkorn mit den reifen Fruchtkörpern (Claviceps purpurea).

Den Ausgangspunkt einer jeden Mutterkornerkrankung bilden somit immer die Blüteninfektionen durch die Askensporen, deren Zustandekommen hier näher behandelt werden soll.

Bisher hat man drei Arten der Sporenverbreitung bei den Ascomyceten unterschieden: Einmal das direkte geschoßartige Auswerfen der Sporen nach dem zu befallenden Substrat hin, zweitens die Verbreitung der Sporen durch die Kraft des Windes und drittens die Vertragung der Keime durch Vermittlung von Insekten.

I. Teil.

Das Sporenwerfen und Sporenvereinzeln durch den Askus.

Bei den meisten Ascomyceten werden die Sporen nach Eintritt der Reife mit einer gewissen Kraft selbsttätig aus dem sporenbildenden Fruchtkörper herausgeschleudert. Wenn man dicht über einem reifen Ascomyceten-Fruchtkörper parallel zu seiner werfenden Oberfläche ein Objekt- oder Deckgläschen in geeigneter Weise befestigt, so kann man alsbald beobachten,

wie die nach unten gerichtete Glasfläche von dem Fruchtkörper her mit Sporen beworfen wird und wie diese an der Glasfläche kleben bleiben. Je länger das Gläschen über dem Fruchtkörper liegen bleibt, desto größer wird die angeworfene Sporenmenge. So verfährt man auch, wenn man reines Sporenmaterial von einem Ascomyceten-Fruchtkörper gewinnen will.

Der Mechanismus des Sporenwerfens, der dies veranlaßt, ist folgender: Der Askusschlauch (Fig. 2) ist elastisch dehnbar und wird nach Abschluß der Sporenreifung durch die osmotischen Kräfte seines Zellsaftes gedehnt. Sobald die Elastizitätsgrenze der Schlauchmembran überschritten ist, reißt dieselbe an der Spitze auf; in diesem Augenblick kontrahiert sich die elastische Schlauchmembran und wird nach der in der Regel festsitzenden Basis hin mit entsprechender Kraft zurückgezogen. Dadurch wird der gesamte feste Askeninhalt, die Sporen samt den ansitzenden plasmatischen Inhaltsstoffen, ausgeschleudert, und zwar immer in der Richtung des Askenwachstums, welche der Oberflächenrichtung des werfenden Hymeniums entgegengesetzt ist.

Die plasmatische Restsubstanz, welche den Sporen anhaftet, verleiht ihnen zugleich die wichtige Eigenschaft, an den Flächen festzukleben, an welche sie geworfen werden.

Fig. 2.
Asken-Typen.

a. Askus mit ellipsoidischen Sporen in einreih. Ordnung.

b. Askus mit nadelförmigen Sporen, in nebeneinandergelagerter Ordnung (oben zerrissen, die einzelnen Sporen auseinanderspreizend).

Wurfhöhe. Man hat nun vielfach geglaubt, daß die vielen Ascomyceten, insbesondere Ascolobeen, Sordarien u. a., ihre Sporen auf weite Strecken nach einem bestimmten Ziele hin auswerfen und sie in der genannten Art an dieses festkleben können. Aus diesem Grunde hatte ich die Askensporen in der biologischen Wertung auf S. 54 meiner früheren Arbeit über die Sporenverbreitung bei den Basidiomyceten[1]) als „Zielsporen" be-

[1]) Aus den Beiträgen zur Biologie der Pflanzen, Band IX, Heft 1, Breslau 1904.

zeichnet. Meine weiteren Untersuchungen haben aber gezeigt, daß die Wurfhöhe, bis zu welcher die Sporen aus den Asken herausgeworfen werden, immer nur eine verhältnismäßig beschränkte ist, wenngleich sie unvergleichlich größer ist wie diejenige der Basidiomyceten, bei denen immer nur eine nach einigen Sporenlängen zu bemessende aktive Abstoßung der Sporen in Betracht gezogen werden kann Bei der Untergruppe der Torrubieen zu der die Clavicepsarten gehören, bei den Helvellaceen (Morchelarten) u. a. wird die Mehrzahl der Sporen nur einige Zentimeter weit ausgeschleudert.

Ich führe hier Versuche an, die mit dem Hymenium von Morchella esculenta ausgeführt worden sind, weil bei diesem Pilz ganz flache Hymeniumstücke ausgeschnitten werden können, die eine exakte Anordnung dieser Versuche gestatten. Die Fruchtkörperstückchen wurden mit der sterilen Unterseite auf einer wagerechten, mit feuchtem Fliespapier belegten Unterlage befestigt, so daß die Asken ihre Mündung gleichmäßig nach oben richteten. Parallel der Oberfläche des Hymeniums wurden dann in den nachstehend angegebenen Höhen Objektträger in genau wagerechter Lage befestigt und die nebeinander in verschiedenen Höhen angeordneten Etagen mit einer Glasglocke bedeckt. Nach halbtägiger Versuchsdauer konnten die folgenden Resultate festgestellt werden:

Wurfhöhe	2 mm	die Unterseite der Gläschen dicht beworfen.
„	3 „	
„	5 „	
„	10 „	50 bis 60 Sporen in jedem Gesichtsfelde.
„	12 „	
„	14 „	
„	15 „	20 bis 40 Sporen in jedem Gesichtsfelde.
„	16 „	
„	17 „	
„	20 „	6 bis 10 Sporen in jedem Gesichtsfelde.
„	25 „	
„	30 „	ganz vereinzelt.
„	45 „	alle Gläschen sind frei.
„	50 „	

Aus diesen Versuchen geht hervor, daß die Wurfhöhe der einzelnen Asken eine recht ungleiche ist. Die meisten Asken schleudern ihre Sporen höchstens bis zur Entfernung eines Zentimeters, ein gewisser Prozentsatz schleudert sie 1,5, verhältnismäßig wenige 2 cm hoch; darüber hinaus sind nur noch ganz vereinzelte Wurfhöhen konstatiert worden.

Andere Ascomyceten, insbesondere auch Pyrenomyceten, die untersucht wurden, wiesen erheblich höhere Schleuderhöhen auf. Eine geschoß-

ähnliche Verbreitung der Sporen von den Fruchtkörpern aus unmittelbar nach dem zu erreichenden Substrate hin, wie sie bei den Gattungen Pilobolus, Thelebolus, tatsächlich vorkommt (Zielsporen), konnte aber bei den von mir untersuchten Ascomyceten nicht beobachtet werden.

Was nun die äußeren Bedingungen des Sporenwerfens betrifft, so hat sich ergeben, daß die Claviceps-Perithezien mit eintretender Reife ohne äußere Reizwirkung die Ejakulation der Sporen beginnen und dieselbe bis zur Erschöpfung fortsetzen, wie dies auch für die Fruchtkörper der Basidiomyceten festgestellt worden ist (l. c.). Da die einzelnen Perithezien nicht gleichmäßig reifen und sich ohne Beschädigung nicht herauspräparieren lassen, sind weitere Versuche über die zeitliche Folge des Werfens und die Zahl der ejakulierten Sporen mit Nectria Peziza, die ebenfalls der Familie der Hypocreaceen (De Notaris) angehört, ausgeführt worden.

Wurfgeschwindigkeit. Einzelne Nectria-Perithezien konnten mit Hilfe der Lupe von dem Substrat abgehoben und ohne Beschädigung in eine kleine, feuchte Kammer mit der Mündung nach oben eingebettet werden. Die nach oben freie Seite der Kammer wurde mit einem Deckgläschen belegt, so daß die aus der Perithezienmündung ejakulierten Sporen an diesem aufgefangen wurden. Die Deckgläschen wurden dann minutenweise gewechselt und in derselben Reihenfolge aufbewahrt. Die an der Unterseite der einzelnen Gläschen angeklebten Sporen wurden unter dem Mikroskop gezählt.

Die Zählung ergab nach den ersten	2 Minuten	8 Sporen,
= weiteren	2 =	16 =
= =	2 =	16 =
= =	2 =	8 =
= =	2 =	16 =
in der nächsten Minute		16 =
nach weiteren 2 Minuten		16 =
nach einer weiteren Minute		8 =
= = =	=	8 =
= = =	=	8 =
= = =	=	8 =
= = =	=	8 = u. s. f.

In diesem Falle hatte der Fruchtkörper von Minute zu Minute im Durchschnitt je einen Ascus entleert und die 8 Sporen desselben somit in ziemlich gleichmäßigen zeitlichen Intervallen verbreitet. Die Ejakulation der Sporen bei Nectria hört auf, sobald der Fruchtkörper eintrocknet, um mit eintretender Durchfeuchtung von neuem zu beginnen. Die Fruchtkörper von Claviceps können das Austrocknen dagegen nicht überstehen. Nur die Temperatur vermag einen wesentlichen Einfluß auf die Geschwindigkeit der Entleerungsvorgänge auszuüben, denn es konnte an mehreren Arten be-

obachtet werden, daß mit dem Eintreten einer höheren Temperatur die in der Zeiteinheit geworfene Sporenzahl entsprechend zunimmt. Aus allen meinen Beobachtungen geht hervor, daß in den Perithezien die Reifung der Asken in gesetzmäßiger zeitlicher Folge unter konstanter Abhängigkeit von der Temperatur vor sich geht, so daß ein Askus nach dem andern in bestimmten, von der Temperatur abhängigen Intervallen zur Ejakulation gelangt. Das gleichmäßige Nacheinander der Sporenejakulation kann bei Nectria Peziza auch unter dem Mikroskop beobachtet werden.

Askenordnung. Abgesehen von der bestimmten, gleichsinnig gerichteten räumlichen Lagerung der Asken im Perithezium, wie sie durch ihr Vorrücken in dieselbe Perithezienmündung bedingt ist, muß daher auch die zeitliche Aufeinanderfolge der Asken im Reifungsgange eine geregelte sein, damit ein Askus nach dem andern zur Entleerung gelangen kann. So erklärt es sich, daß wir in einem Perithezium Asken und Sporen in allen Entwicklungsstadien nebeneinander vorfinden, und keiner dem andern in seiner Reife ganz gleichwertig zu erachten ist, im Gegensatz zu den Ascomyceten mit offenem Hymenium, bei dem eine mehr oder weniger große Zahl von Asken in gleichen Höhen nebeneinander liegen und gleichzeitig zur Reife und Ejakulation gelangen. Es kommt somit bei der Zusammensetzung vieler Asken zu einem einheitlichen Fruchtkörper, insbesondere im Perithezium diejenige Gesetzmäßigkeit in der räumlichen Anordnung und in der Entwicklungsfolge in Betracht, die der simultanen oder succedanen Entleerung der Asken im Fruchtkörper zugrunde liegt.

Askenorientierung. Der werfende Askus besitzt, und dies ist gewissermaßen ein Teil der Askenordnung, ähnlich wie die werfende Basidie eine bestimmte räumliche Orientierung im Fruchtkörper und zwar ist der Askenscheitel immer nach dem Verbreitungsraum hin (d. h. nach derjenigen Richtung hin, nach welcher die Ejakulation der Sporen erfolgen soll), die Askenbasis nach der entgegengesetzten Substrat-Seite hin gerichtet.

Askengleichheit. Da nun der Nach- und Zuwachs der Asken im Perithezium wie alle andern Wachstumsprozesse bei den Pilzen ein von Zeit und Temperatur gesetzmäßig abhängiger ist und anderseits auch der Reifungsprozeß der Asken sich in gleichsinniger gesetzmäßiger Folge vollzieht — andernfalls würde ja eine Überfüllung des Perithezium an nachreifenden Asken oder ein Mangel an diesen und damit eine Funktionsstörung in dem komplizierten Peritheziumorgan eintreten — müssen die in der Zeiteinheit ejakulierten Sporenmengen ein bestimmtes Maß von Stoff und Energie zum Ausdruck bringen. Damit hängt es zusammen, daß Form und Größe der einzelnen Asken bei ein- und derselben Art als konstante Größen anzusprechen sind, wie dies bereits von Brefeld erkannt und bewertet wurde.

Sporenvereinzelung. Wenn man in der beschriebenen Weise die Sporen eines beliebigen Ascomyceten in den Grenzen seiner Wurfhöhe auf der Unterseite

des Fanggläschens auffängt, dann findet man, daß die jedem einzelnen Askus angehörenden acht Sporen in der Regel dicht beisammen lagern und von einem gemeinsamen Plasmahof umgeben sind. Daraus läßt sich die Vermutung herleiten, daß die acht Sporen eines Askus im Zusammenhange gleichzeitig entleert würden. Dies ist bei einer Anzahl Formen auch der Fall, z. B. bei den Exoasceen, die ihren ganzen Inhalt auf einmal in Tröpfchenform entleeren. Nach meinen an Arten aus allen Klassen vorgenommenen Untersuchungen kann ich es jedoch als allgemeine Regel bezeichnen, daß bei allen werfenden Askomyceten die Sporen stets vereinzelt, d. h. eine Spore nach der andern, in zeitlichen Intervallen ausgeworfen werden. Diese Intervalle sind meist so kurz, daß die ganze Ejakulation dem Auge als zeitlich einheitliche erscheint. In geeigneten mikroskopischen Präparaten, in denen die Ejakulation oft in verzögerter Folge vor sich geht, kann man direkt verfolgen, wie eine Spore nach der andern aus dem Askus entleert wird, wie dies schon früher beobachtet wurde. Diese Vereinzelung der Sporen beim Auswerfen aus dem Askus ist nun neben der Ejakulation als solcher die wichtigste Funktion des Askus, da sie, wie ich zeigen werde, die Verbreitung der einzelnen Sporen in dem Luftraum, worauf es bei diesem ganzen Vorgang ankommt, ermöglicht. Diese Vereinzelung der Sporen läßt sich leicht nachweisen, wenn man die Sporen nicht, wie das in den bisher beschriebenen Versuchen geschehen ist, in den Grenzen ihrer Wurfhöhe auf der Unterseite der Gläser abfängt, sondern, wie dies später näher ausgeführt wird, an beliebigen andern weiter entfernten Stellen des Verbreitungsraumes auf Fanggläschen absetzen läßt. Hier findet man die Sporen nicht mehr zu mehreren zusammengelagert, sondern ganz vereinzelt, wie sie ejakuliert, verbreitet und abgesetzt wurden; wo dagegen der ganze Askeninhalt gleichzeitig ejakuliert wird, wird dieser auch als solcher verbreitet und auf den Oberseiten des Gläschens abgesetzt.

Konstanz der Sporenzahl. Diese Vereinzelung der Sporen während des Auswerfens hat nun zur Voraussetzung, daß die Zahl, die Größe und die Lagerung der Sporen im Askus bestimmten Gesetzmäßigkeiten unterliegen. Was zunächst die Zahl der Sporen im Askus betrifft, so ist zu erwägen, daß der Vorgang des Ausschleuderns, der auf der Kontraktionswirkung der elastischen Askusmembran beruht, in entsprechender Kraft nur in enger zeitlicher Begrenzung wirksam sein kann. Wir finden daher bei allen die Sporen vereinzelnden Askomyceten die Sporenzahl auf 8 beschränkt; die Zahlen 1, 2 bis 4 kommen nur vereinzelt vor.

Sporenordnug. Auch die Anordnung und Reihenfolge der Sporen im Askus ist eine bestimmte und für alle Asken derselben Art gleichartige, entsprechend dem Nacheinander des Sporenwerfens und dem speziellen Asken- und Perithezienbau.

Die beiden Haupttypen der Sporenordnung im Askus sind in den nebenstehenden beiden Figuren 2 a und b dargestellt. Die Asken mit runden oder ellipsoidischen Sporen enthalten die Sporen in Reihen übereinander gelagert; die in der Fig. 2 a abgebildete einreihige Anordnung ist die häufigste. Es kommt aber auch eine zweireihige Anordnung und eine ungleichreihige, für jede Art konstante Anordnung vor. Bei den Asken mit fadenförmig ausgebildeten Sporen sind diese stets nebeneinander gelagert. Hier muß ein besonderer Mechanismus vorhanden sein, durch den der vereinzelte Austritt und seine Reihenfolge geregelt wird.

Konstanz der Sporenform und Sporengröße. Neben dieser bestimmten Anordnung der Sporen im Askus kommt nun noch ihre konstante Form und Größe als wesentliches Merkmal der aktiven Askensporen in Betracht. Auch die konstante Größe der Askensporen hängt mit dem ganzen gesetzmäßigen Aufbau des Ascomyceten-Fruchtkörpers und mit der Funktion der Sporenvereinzelung durch den Askus insbesondere zusammen.

Morphologische Askenwertung. Es kommt mir nun darauf an, an dieser Stelle zu zeigen, wie die von den Morphologen auf Grund vergleichend-morphologischer Untersuchungen definierte Spezifität der Askenform auch aus der spezifischen Funktion derselben unmittelbar abgeleitet und entsprechend schärfer definiert werden kann. Nach der zuerst von Brefeld aufgestellten Definition sind die Ascomyceten charakterisiert durch den Besitz von Asken; „der Askus aber ist ein Sporangium, welches in Form, Größe und Sporenzahl bestimmt geworden ist.“ Aus dem Vergleich mit dem ähnlich gebauten Sporangium ist also der gestaltliche Charakter in der Unveränderlichkeit der Form, Größe und Sporenzahl erblickt worden, wodurch er sich eben von jenem unterscheidet.

Physiologische Askenwertung. Wir haben aber gesehen, daß die Askenorientierung, die gesetzmäßige und konstante Ausbildung der Askenform und Askengröße sowie der Askenordnung mit der gesetzmäßigen Funktion der Asken im Perithezium im Zusammenhang steht, und daß die konstante Sporengröße, Sporenzahl und Sporenordnung im Askus wiederum mit der Sporen-Ejakulation und -Vereinzelung zusammenhängt, wenn wir diese Gesetzmäßigkeit im einzelnen auch noch nicht mathematisch genau ermitteln und fixieren können. Es handelt sich bei den Ascomyceten-Fruchtkörpern, wenn es ein Vergleich dartun kann, um einen komplizierten Sporenverbreitungsapparat von äußerster Feinheit des Baues, bei dem alle einzelnen Teile wie bei einem Präzisionsinstrument in genauem Maß und in bestimmter Zahl ineinandergefügt sind, damit das ganze seine komplizierte Funktion ohne Störung vollziehen kann.

In gleicher Weise ist die aktive Basidie durch ihre bestimmte Orientierung im Raume (Basidienorientierung) ihre geregelte Anordnung im Hymenium und in der Entwicklungsfolge (Basidienordnung), durch ihre Übereinstimmung in

Gestalt und Größe (Basidiengleichheit), durch die bestimmte und beschränkte Zahl der an ihr gebildeten Sporen (Sporenzahl), durch die bestimmte Anordnung und Orientierung derselben (Sporenordnung) und durch die Übereinstimmung aller von derselben Art gebildeten Basidiensporen in Gestalt und Größe (Sporengleichheit) gestaltlich zu charakterisieren.

Vereinzelte Sporangien oder Konidienträger, die in ihrer äußeren Gestaltung den vereinzelten Basidien oder Asken zum Verwechseln ähnlich sehen, sind deshalb noch nicht als Organe dieser Art anzusprechen. Hierzu bedarf es des Nachweises ihrer Funktion und der übrigen Charaktere, welche mit ihrem inneren Wesen in Übereinstimmung stehen.

Wir müssen hiernach also den Begriff des Askus noch enger fassen, wie dies auf Grund morphologischer Beobachungen möglich war, und auch bei der systematischen Gruppierung der Formen diesem Rechnung tragen. Es gibt nämlich eine große Zahl von Pilzen, die den Ascomyceten und Basidiomyceten als gleichwertig zugerechnet werden, deren sogenannte Asken die genannte Funktion aber nicht oder unvollständig besitzen. Auch die entsprechenden morphologischen Charaktere sind nicht oder nur unvollständig vorhanden. Insbesondere lassen die Asken selbst jede bestimmte räumliche Orientierung und Ordnung vermissen, und sind auch in Form und Größe nicht von derselben Regelmäßigkeit wie jene; sie haben weiterhin eine Vielheit oder eine unregelmäßige Zahl und Ordnung der Sporen. Ich unterscheide daher diejenigen Ascomyceten, welche ihre Sporen mit Hilfe ihrer Asken aktiv verbreiten, als aktive Askomyceten mit aktiven Asken, von den inaktiven Ascomycetenarten, die diese Funktion nicht besitzen und jenen auch in ihren morphologischen Charakteren nicht gleichwertig sind, ohne ihre sonstige Zugehörigkeit bezw. nähere oder weitere Stammesverwandtschaft an dieser Stelle zu berühren.

Im Sinne dieser funktionellen und aus der Funktion abgeleiteten morphologischen Charaktere würden von den Exoasceen-Formen die Endomyceten, von den Carpoasceen die Gymnoasceen und die Perisporiasceen, mit Ausnahme der Erysipheen als inaktive Formen von den aktiven Ascomyceten abzugrenzen sein. Protomyces und Thelobolus würden als aktive Hemiasci den aktiven Ascomyceten, insbesondere den Exoasceen im Sinne Brefelds voranzustellen sein.

Von den Basidiomyceten sind die bereits von Brefeld an das Ende der Klasse gestellten Gasteromyceten und Phalloideen inaktiv, desgleichen die Pilacreen und Hemibasidii, die jede basidienähnliche Funktion vermissen lassen.

Daß die Sporen der inaktiven Ascomyceten und Basidiomyceten auch in ihren Größen nicht mehr dieselbe Konstanz aufweisen, wie diejenigen der aktiven Formen, geht aus einer Arbeit Zopfs hervor, in der die Angaben Brefelds über die konstante Größenausbildung der Asken und Basidien-

sporen auf Grund von Sporenmessungen angezweifelt werden. Diese Messungen Zopfs sind aber ausnahmslos mit inaktiven Formen vorgenommen worden, weshalb ich sie für die obige Unterscheidung und Abtrennung in Anspruch nehmen kann.

II. Teil.

Die weitere Verbreitung der geworfenen Sporen durch Temperaturströmungen.

In meiner früheren Arbeit über die Sporenverbreitung bei den Basidiomyceten und den biologischen Wert der Basidien habe ich nachgewiesen, daß die Sporen dieser Pilze in geschlossenen, gegen jeden Luftzug gesicherten Räumen in ungeahnter Vollkommenheit verbreitet und auf den in dem Raum vorhandenen Oberflächen gleichmäßig verteilt und abgesetzt werden, und zwar durch feinste, für unser Gefühl und unsere bisherigen Meßmethoden unmerkliche Luftströmungen, die in den geschlossenen Räumen aufzutreten pflegen. Es konnte nachgewiesen werden, daß diese Luftströmungen durch geringe Temperaturdifferenzen hervorgerufen werden, die durch die für jene Versuche verwendeten großen Pilzfruchtkörper selbst erzeugt werden, indem diese ihre Eigentemperatur in geschlossenen Räumen über diejenige der Umgebung nicht unbeträchtlich erhöhen. Diese feinen bisher nicht meßbaren Luftströmungen sind von mir im Gegensatz zu den Wind- und Zugströmungen als Temperaturströmungen der Atmosphäre bezeichnet worden. In der genannten Arbeit von mir über die Sporenverbreitung bei den Basidiomyceten (l. c.) habe ich auch einen Ascomyceten, und zwar den großen Fruchtkörper von Gyromitra esculenta für die Versuche herangezogen und gefunden, daß die Sporen dieses Pilzes unter denselben Bedingungen, unter denen ein entsprechender Basidiomycetenfruchtkörper seine Sporen in den abgeschlossenen, gegen äußere Temperaturdifferenzen möglichst gesicherten Räumen vollständig verbreitet hätte, größtenteils unverbreitet in einem charakteristischen Sporenhof rings um den Fruchtkörper liegen blieben, wie dies in der Abbildung 7 auf Tafel II jener Arbeit veranschaulicht wurde. Nachdem ich jetzt die Bedingungen für die Sporenverbreitung bei den Vertretern der wichtigsten Klassen der Ascomyceten eingehend studiert habe,[1]) kann ich meine Feststellung zunächst dahin erweitern, daß auch bei den aktiven Ascomyceten der zweite Teil des Sporenverbreitungsprozesses, nämlich der Sporentransport, die Sporenverteilung und die Sporenabsetzung allgemein durch Temperaturströmungen erfolgt bzw. erfolgen kann. Diese Temperaturströmungen sind, wie ich im nächsten Abschnitte noch näher darlegen werde,

---

[1]) Die ausführliche Darlegung der verschiedenen Bedingungen und Einstellungen bei den übrigen Familien und Gruppen muß ebenfalls der späteren Arbeit vorbehalten bleiben.

in der freien Atmosphäre selbst fast zu jeder Zeit des Tages und des Jahres vorhanden, und insoweit diese nicht ausreichen, können sie durch sekundäre Einflüsse, z. B. durch die von dem Fruchtkörper selbst erzeugte Wärmebildung zurzeit der Sporenausstreuung sich verstärken.

Um dies auch für die Ascomyceten zu begründen, sollen hier in möglichster Kürze und in der Beschränkung auf das Mutterkorn einige Versuche näher beschrieben werden.

Verbreitung im Raum. In einer ersten Versuchsreihe wurde eine Anzahl gekeimter Sclerotien mit Sporen werfenden Clavicepsfruchtkörpern in Sandschälchen eingelegt und unter 20, 50, 100 und 150 cm hohen Zylindern im Zimmer aufgestellt. In diese auch am Grunde gegen äußeren Luftzutritt gut abgedichteten Zylinder wurde je eine entsprechend hohe Etage mit Fanggläschen (Objektträger, die in Abständen von 10 cm auf einer Holzleiste in wagerechter Lage leiterartig übereinander befestigt waren) aufgestellt und nach Beendigung des Versuches mikroskopisch festgestellt, daß sich auf der Oberfläche aller Gläschen in den verschiedenen Zylindern die in ihrer Gestalt äußerst charakteristischen Sporen in ziemlich gleichmäßiger Verteilung abgesetzt hatten. In den hohen Glaszylindern fanden sich auf den obersten Fanggläschen in der Regel mehr Sporen, wie auf den übrigen Kontrollflächen, abgesehen von den in unmittelbarer Nähe unter den werfenden Köpfchen ausgelegten kleinen Deckgläschen (vergl. die Versuchsanstellungen in meiner früheren Arbeit über die Sporenverbreitung bei den Basidiomyceten, l. c.!).

Die Versuche wurden dann in der Art variiert, daß die Zylinder einmal in einem geschlossenen Schrank gegen äußere Temperaturschwankungen nach Möglichkeit geschützt, dann in Zimmern von verschiedener Temperatur im Freien und im Keller aufgestellt wurden. In allen Fällen konnte beobachtet werden, daß sich die Clavicepssporen auf den in dem Raum verteilten Gläschen ziemlich gleichmäßig abgesetzt hatten. Nur in den im Keller bei einer Temperatur von 6 bis 8 ° aufgestellten Zylindern erwiesen sich die unmittelbar unter die Köpfchen auf den Boden des Gefäßes gelegten Deckgläschen in erheblich höherem Grade beworfen, als die oben im Zylinder befestigten Fanggläser, woraus hervorgeht, daß hier die Verbreitung am unvollständigsten erfolgt ist.

Nähere Angaben über eine derartige Versuchsreihe:

In einem bei 19 ° aufgestellten Versuch hatten die Kontrollgläschen am Boden in jedem Gesichtsfelde im Durchschnitt 8 bis 10, die in der Etage befindlichen Fanggläschen 10 bis 11 Sporen.

In einem bei 17 ° im Schrank aufgestellten Versuch hatten die Kontrollgläschen durchschnittlich etwa 6 Sporen im Gesichtsfeld, die in der Etage befindlichen 4 bis 6.

In einem erst bei 40 °, dann bei 26 ° aufgestellten Versuch hatten die Kontrollgläschen am Boden 9 bis 11, diejenigen in der Etage 12 bis 16 Sporen.

In einem bei 8 ° im Keller aufgestellten Versuch waren auf dem Kontrollgläschen unzählige, in dem Gläschen auf der Etage 11 bis 12 Sporen im Gesichtsfelde.

Eine vollständige Verbreitung der Sporen in den geschlossenen Räumen findet auch statt, wenn die Gefäße mit den Fruchtkörpern an höheren Stellen in den Zylindern aufgestellt werden.

Bedeutung des Stieles.

Werden die Fruchtkörperstielchen in den Sand versenkt, so daß nur die Köpfchen frei an die Luft hervorragen, dann kann nur ein kleiner Teil der Sporen verbreitet werden. Es ist daher erforderlich, den Stiel bzw. einen Teil desselben frei über die Oberfläche hervortreten zu lassen. (Fig. 1.)

Hervorzuheben ist, daß alle gestielten Formen ihre Sporen mit geringerer Kraft und in entsprechend geringere Höhen werfen wie die ungestielten, die ihr Hymenium auch nur auf den Oberseiten mit nach oben gerichtetem Askenscheitel ausbilden. Der der Wurfhöhe entsprechende Fallraum muß immer so hoch sein, daß die Sporen beim Fallen durch die Luftströmungen erfaßt und getragen werden können.

Die Versuchsdauer richtet sich nach der Menge und der Beschaffenheit des Clavicepsmaterials und der Größe des Versuchsraumes.

An den gekeimten Sclerotien sind meist nur einzelne Köpfchen gleichzeitig ausgereift und werfen die Sporen gleichmäßig und in größerer Zahl aus. Es sind dann immer nur die mit solchen werfenden Fruchtkörpern versehenen Sclerotien ausgewählt worden.

Verbreitung auf geneigten Lagen.

Wenn man Versuche, wie beschrieben, in Glaszylindern anordnet, die Fanggläschen aber in verschiedenen Lagen, in senkrechter, wagerechter und allen dazwischen möglichen geneigten Ebenen befestigt, so ergibt die Untersuchung nach erfolgter Sporenverbreitung (eintägige Versuchsdauer) folgendes: Alle wagerechten und in geneigten Ebenen befestigten Gläschen sind auf den nach oben gerichteten Flächen ziemlich gleichmäßig von den Sporen bestreut (die nach unten gerichteten Flächen sind frei). Nur an den vollkommen senkrecht gestellten Glasflächen sind beiderseits vereinzelte Sporen angeklebt. Ist die Fläche aber nicht vollständig senkrecht, dann ist sie immer noch reichlich mit Sporen bedeckt. Es handelt sich hier somit um dieselben Verbreitungserscheinungen, wie sie für die Basidiomyceten bereits nachgewiesen worden sind, nur daß die äußerst feinen Sporen des Mutterkornes sich selbst auf Flächen von äußerst geringen Neigungen absetzen, auf denen die

großen und mittelgroßen Sporen anderer Arten nicht oder nur in sehr geringer Zahl abgesetzt werden.

Wärmebildung bei Pilzfruchtkörpern.

Bei früheren Versuchen mit größeren Hutpilzen (Schwämmen) ist die Bildung beträchtlicher Wärmemengen in den geschlossenen Räumen nachgewiesen worden, und es könnte daher angenommen werden, daß es sich auch hier um Temperaturerhöhungen handelt, die von den kleinen Clavicepspilzen ausgehend die Bildung der den Transport bewirkenden Temperaturströmungen im Innern des Zylinders herbeigeführt haben. Wenn man aber eine größere Zahl der gestielten Clavicepsköpfchen in ein kleines Dewartsches Gefäß bringt, die Öffnung mit Watte verschließt und die Temperaturmessung vornimmt, wie ich dies in meiner früheren Arbeit über die Sporenverbreitung beschrieben habe, dann läßt sich keine nennenswerte Temperaturerhöhung gegen die Umgebung feststellen. Das gleiche Resultat haben übrigens auch die Versuche mit vielen anderen Ascomyceten, sowie mit einer Anzahl von Basidiomyceten ergeben, worauf ich aber an dieser Stelle nicht näher eingehen will.

Dagegen läßt sich, wenn man eine große Menge von gekeimten, mit sporenreifen Fruchtkörpern versehenen Mutterkörnern lose zusammenlegt, einen höheren Glaszylinder überdeckt und in die angehäuften Pilzfruchtkörper ein Beckmannsches Thermometer einsenkt, alsbald eine Temperaturerniedrigung feststellen, wie dies bei dem großen Wasserreichtum und der schnellen Wasserverdunstung dieser Organismen zu vermuten ist.

Da die feuchten Clavicepsfruchtkörper bei unseren Versuchen auch noch einem feuchten Substrat (feuchter Sand oder Erde) aufgelegt werden müssen, so ist besonders in den bei höheren Temperaturen und in größeren Lufträumen ausgeführten Versuchen die Bildung von Temperaturströmungen im Innern der Zylinder nicht zu vermeiden, und wir werden hieraus bereits ableiten können, daß die Sporen, um die es sich hier handelt, durch die allergeringsten Temperaturströmungen getragen und verbreitet werden können. Bei der niedrigen Temperatur des Kellers, bei der die Verdunstung und damit auch das Temperaturgefälle auf das geringste Maß herabgesetzt war, fand die Verbreitung auch am unvollständigsten statt. Wenn wir nun aber mit sporenstreuenden Peziza- oder Morchelfruchtkörpern beliebiger Art ganz gleichartige Sporenverbreitungsversuche anstellen, dann werden wir unter denselben Bedingungen, bei welchen die Clavicepsfruchtkörper ihre Sporen bereits in dem ganzen Luftraum verteilen und absetzen, noch keine oder nur ganz unvollkommene Verbreitung feststellen. Wir beachten dann den oben bereits geschilderten Sporenhof rings um die Fruchtkörper, und nur vereinzelte oder wenige Sporen werden sich auf den im Raum verteilten Fanggläschen nachweisen lassen. Ich habe nun die Sporenverbreitung bei

einer größeren Zahl verschiedener Ascomycetenformen in derartigen Versuchen vergleichend geprüft und gefunden, daß alle diejenigen Formen, welche große und entsprechend schwere Sporen haben, dieselben in allseitig geschlossenen und vor äußeren Temperaturdifferenzen geschützten Glaszylindern nur unvollständig verbreiten, während die kleinsten, zudem fadenförmig verlängerten Sporen in derartigen Versuchen noch eine vollständige Ausbreitung erfahren, wie dies für die Clavicepssporen beschrieben worden ist.

Sporengröße, Sporengewicht und Sporenoberfläche.

Wir kommen hier also zu einem weiteren Gesichtspunkt für die Erklärung der überraschend vollkommenen Sporenausbreitung beim Mutterkorn in geschlossenen und isolierten Räumen, der sich auf das Volumen und das Gewicht der Clavicepssporen bezieht. Die Sporen des Mutterkornes haben eine zylinderförmige Gestalt, sie sind 50 bis 75 μ lang, und nach meinen Messungen etwa 0,5 (genau 0,6 bis 0,7) μ breit. Wenn wir eine zylinderförmige Gestalt annehmen, die Länge 60 μ und eine Breite von 0,5 μ, dann berechnet sich das Volumen mit 11,78 μ^3 (μ^3 = Würfel von 1 μ Kantenlänge), die Oberfläche von 94,64 μ^2 (μ^2 = Quadrat von 1 μ Seitenlänge) und das Gewicht der einzelnen Clavicepssporen mit 14,14 10^{-9} mg (= 0,0000000141 mg). Das Gewicht berechne ich aus dem Volumen und dem spezifischen Gewicht 1,2, das ich für eine größere Zahl von Pilzsporen ermittelt habe. Demgegenüber berechnen sich dieselben Werte für eine Spore von Peziza vesiculosa, die eine ellipsoidische Gestalt, eine Länge von 20 μ und einen Breitendurchmesser von 13 μ besitzt und die ich hier als Typus für die Sporen der Helvellaceen und Pezizaceen herausgreife, das Volumen mit 1769,8 μ^3, die Oberfläche mit 729,45 μ^2 und das Gewicht mit 2123,76 mg . 10^{-9}. Wir ziehen nun noch den Vergleich eines aktiven Ascomyceten heran, der die größten Sporen besitzt, die in der ganzen Klasse vorkommen, Ascobulus immersus mit ellipsoidischen Sporen von 70 μ Länge und 40 μ Breite. Ihr Volumen berechnet sich mit 5864[illegible] μ^3, die Oberfläche mit 767,21 μ^2, das Gewicht mit 70372,8 mg . 10^{-9}. Hieraus ergibt sich, daß die Pezizasporen 161 mal, die Ascobolussporen 5331 mal schwerer sind als die von Claviceps und die Ascobolussporen 33 mal so schwer sind wie die von Peziza, so daß also für die Fortbewegung der Clavicepssporen entsprechend geringere Kräfte erforderlich sind als bei jenen. Dazu kommt nun aber noch ein weiterer Umstand, der für die Beurteilung dieser Verhältnisse grundlegend ist. Wir sehen, daß mit der Verringerung der Größe die Oberflächenausdehnung der Körper nicht in demselben Verhältnis abnimmt wie das Volumen und das Gewicht derselben. Dies können wir zum Ausdruck bringen, wenn wir das Verhältnis des Gewichts zur Oberfläche bei den verschieden großen Sporen vergleichend feststellen. Dieses Verhältnis beträgt für die Pezizasporen 729 : 2924 = 0,3 ($^1/_3$), für

die etwa gleichgestalteten Ascobolussporen 7672 : 70 372 = 0,1 ($^1/_{10}$). Der Verringerung des Gewichts auf $^1/_{33}$ entspricht eine Oberflächenverkleinerung von $^1/_3$ auf $^1/_{10}$, d. h., die Oberfläche der Pezizasporen ist im Verhältnis zu ihrem Gewicht mehr als 3 mal so groß wie bei der Ascobolusspore. Wenn wir nun annehmen, daß die zur Fortbewegung zweier Körper von gleichem Gewicht erforderliche Kraft (entsprechend dem größeren Widerstande der Luft) proportional der Oberflächenvergrößerung zunimmt, so ergibt sich daraus, daß, abgesehen von dem 33 mal so geringen Gewicht der Pezizasporen eine etwa 3 mal so geringe motorische Kraft für ihre Fortbewegung in der Luft erforderlich sein wird als für die Ascobolussporen.

Die Oberflächengröße der Clavicepssporen hat sich aber nicht bloß in dem Verhältnis ihrer Volumenverkleinerung vergrößert, sondern es kommt hier nun noch, ganz ähnlich wie bei den Planktonorganismen des Meeres, die Oberflächenvergrößerung durch gestaltliche Differenzierungen hinzu. Diese sind bei den Ascomycetensporen darauf beschränkt, daß die Sporen mehr oder weniger langgestreckte, zylinderförmige Formen annehmen. Die längste mir bekannte Form besitzen die Sporen von Stictis arundinacea, die bei einem Durchmesser von 2 μ eine Länge von 200 μ erreichen. Die beiden Momente, die Volumenverkleinerung und die langgestreckte Formausbildung, haben bei den Clavicepssporen dazu geführt, daß das Verhältnis des Gewichts zur Oberflächenausdehnung die Zahl 7 erreicht. Die Clavicepssporen haben demnach im Verhältnis zu ihrem Gewicht eine 70 mal so große Oberfläche wie die Ascobolussporen (23 mal so groß wie die Pezizaspore) und zu ihrer Fortbewegung wird demnach, ganz abgesehen von ihrem mehr als 5000 mal so geringen Gewicht, eine 70 mal so geringe Kraft erforderlich sein als bei jenen.

Da sich nun bei meinen Untersuchungen ergeben hat, daß auch die größten bei den höheren Pilzen vorkommenden Sporenarten noch in völlig geschlossenen zylinderförmigen Lufträumen durch Temperaturströmungen, die einem Temperaturgefälle von etwa 10° C. entsprechen, vollständig verbreitet werden können, so läßt die obige Größenskala vermuten, welche geringe Abstufungen in der Intensität der Temperaturströmungen Bedeutung haben, und wie feine Einstellungen in bezug auf die für die Sporenverbreitung in der Natur tätigen Kräfte in den so verschiedenen, konstanten Sporengrößen zum Ausdruck kommen.

Es hat sich weiterhin bei den Untersuchungen herausgestellt, daß wir für die Beurteilung der leichten Transportfähigkeit dieser Sporen neben der Herabsetzung des für die Verbreitung in Betracht kommenden Temperaturgefälles noch einen weiteren Maßstab in der Feststellung der Absatzgeschwindigkeit besitzen. Während die mittleren und großen Sporen (siehe die Tabelle) sich in geschlossenen Räumen, in denen sie durch Temperaturströmungen verbreitet sind, sehr schnell absetzen, wird diese Absatzgeschwindigkeit mit der Ver-

kleinerung des Gewichts und der Vergrößerung des Volumens immer größer, sodaß schließlich mehrere Stunden erforderlich sind, bis das vollständige Absetzen der Sporen erfolgt. Aus diesem Grunde möchte ich diese kleinen und kleinsten Sporenarten als Schwebesporen von den übrigen unterscheiden.

In der nachfolgenden Tabelle und der Skizze habe ich ohne auf die Einzelheiten hier weiter eingehen zu können, die in Betracht kommenden Sporengrößen bei den Ascomyceten und Basidiomyceten zusammengestellt und eine Berechnung ihres Volumens, ihrer Oberfläche und ihres Gewichts

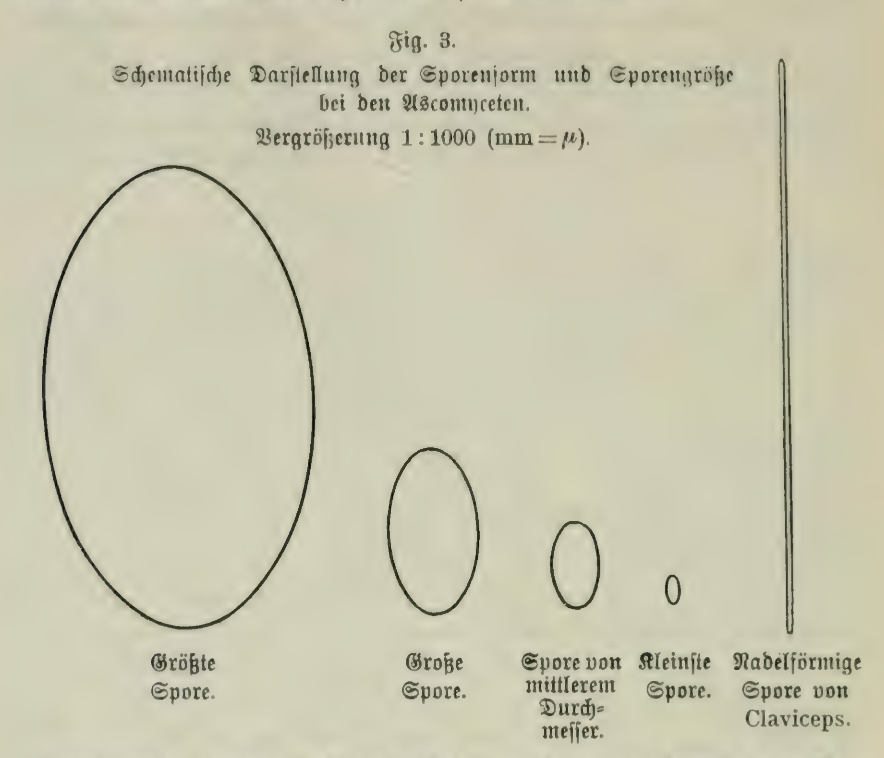
Grenzgrößen und Mittelwerte
der Durchmesser,
Volumina, Oberflächen und Gewichte der Sporen höherer Pilze.

Pilzform	Berechnete Gestalt	Länge in μ	Breite in μ	Volumen in μ^3	Oberfläche in μ^2	Gewicht in mg 10^{-9} (spez. Gewicht = 1.2
Ascomyceten-Sporen:						
Größte Ascomyceten-Spore (von Ascobolus imersus)	Elipsoid	70	40	58 644	7 672,1	70 372,8
Große Ascomyceten-Spore (von Peziza vesiculosa)	„	20	13	1 769,8	729,45	2 123,76
Mittlere Ascomyceten-Spore, berechneter Mittelwert	„	22	5	288	277,32	345,6
Kleine Ascomyceten-Spore, berechneter Mittelwert	„	9	3	42,41	58,43	50,89
Kleinste Ascomyten-Spore von Hymenoscypha subtilis . .	„	4,5	1			
Spore von Claviceps pupurea	Zylinder	60	0,5	11,781	94,64	14.1372
Basidiomyceten-Sporen:						
Größte Basidienspore (v. Aleurodiscus amorphus)	Elipsoid	23	18	3 901,9	1 210,93	4 682,28
Große Basidienspore, berechneter Mittelwert	„	13	8	435,6	288,69	522,72
Mittlere Basidiomyceten-Spore berechnete Mittelgröße	„	8	5	104,7	111,36	125,64
Kleine Basidiomyceten-Spore, berechneter Mittelwert	„	6	3	28,27	48,33	33,92
Uredo b. d. Rostpilzen .	Kugelform	30	30	14 137,0	2 827,4	16 964,4
Bakterienspore (schätzungsweise) . .	Elipsoid	1	0,5	0,1309	1,342	0,1571

μ^2 = Quadrat von 1 μ Seitenlänge. 125,64 . 10^{-9} mg = 0,0000001256 mg.
μ^3 = Würfel von 1 μ Kantenlänge.

hinzugefügt. Die mittleren Sporengrößen sind als Mittelwerte aus den von mir so oft bestätigten Messungen Schröters (von 722 Basidiomyceten und etwa ebenso vielen Ascomycetenarten) berechnet worden.

Fig. 3.
Schematische Darstellung der Sporenform und Sporengröße bei den Ascomyceten.
Vergrößerung 1 : 1000 (mm = μ).



Funktionsstörung. Bei dem beschriebenen feinen und komplizierten Bau der Perithezien ist es nicht zu verwundern, daß unter abnormen äußeren Bedingungen Funktionsstörungen eintreten, die ein Versagen der Apparatur zur Folge haben. Dies macht sich nach meinen Beobachtungen bei Xylarien in der Art bemerkbar, daß die feine Perithezienmündung sich verstopft und die Asken infolgedessen nicht aus der Mündung heraustreten und die Sporen in die Luft ejakulieren können. Die Folge davon ist, daß die reifen Asken ihre Sporen schon im Perithezium entleeren und daß diese hier mit dem übrigen Plasma der entleerten Schläuche zu einem dicken Schleim zusammentreten. Durch die stetig nachwachsende Askenmenge wird dieser Schleim aus der Mündung des Perithezinms herausgepreßt. Man sieht ihn dann in der Regel in wurstförmigen Verbänden heraustreten und an der Oberfläche der Fruchtkörper sich anhäufen, wo er zur Verstopfung weiterer Perithezienmündungen Veranlassung gibt. Wenn man solche schleimbedeckte Fruchtkörper dann durch Abspülen mit Wasser von den angeklebten Sporen reinigt, so findet aus den meisten Perithezien wieder eine normale Ejakulation der Sporen statt, bis erneute Verstopfungen eintreten und so fort. In der freien

Natur habe ich das Austreten der Sporen in schleimigen Massen bei den Xylarien nicht beobachtet und glaube annehmen zu können, daß die abnormen Feuchtigkeitsverhältnisse, denen die abgeschnittenen Fruchtkörper bei den Versuchen im Laboratorium ausgesetzt werden, die Verstopfung der Perithezienmündungen zur Folge haben. Die gleiche Erscheinung ist nun auch bei den Claviceps-Fruchtkörpern beobachtet worden, und dies hat zu der Vermutung geführt, daß auch die Askensporen des Mutterkornes durch Insekten in die Roggenblüten vertragen würden. Robert Stäger[1]), der bis in die jüngste Zeit hinein auf diesem Gebiet gearbeitet hat, äußert sich sogar dahin, daß er die Übertragung von Sporen durch Insekten für die einzige und wesentliche Verbreitungsart halte, da er eine Ejakulation der Sporen nicht beobachtet habe, das Herumkriechen zahlreicher Insekten in der Nähe der mit Schleim bedeckten Köpfchen dagegen oft gesehen habe.

Bei den von mir herangezogenen Claviceps-Fruchtkörpern habe ich vorzugsweise die normale Ejakulation der Sporen beobachtet, die sich, wie in den beschriebenen Versuchen durch ein unmittelbar über die Fruchtkörper gehaltenes Deckgläschen, an welchem die Sporen alsbald ankleben, oder bei geeigneter Beleuchtung auch durch das Aufleuchten (Glitzern), wie dies schon Tulasne beobachtet hat, erkennen lassen.

Nachweis der Sporenverbreitung bei Claviceps durch feinste Temperaturströmungen.

Gleichwohl läßt sich nun aber auch für die Sporen des Mutterkornes durch eine geeignete Versuchsanstellung die sporenverbreitende Wirkung der Temperaturströmungen erweisen. Zu diesem Zwecke habe ich in die runden Glaszylinder Widerstände eingeschaltet in Form durchbrochener Querwände, welche die Intensität der aufsteigenden Strömung entsprechend herabsetzen. Jetzt sind stärkere Temperaturströmungen erforderlich, um den Durchtritt der Sporen herbeizuführen, und nun läßt sich auch für diese durch feinste Temperaturströmungen transportierbaren Sporenarten dartun, daß sie in die nur durch feine Spalten und Öffnungen zugänglichen Räume eingeführt und verbreitet werden. Die einfachste Versuchsanstellung dieser Art besteht darin, daß man runde Glas- oder Kartonscheiben mit kleinen Öffnungen oder mit seitlichen Durchlässen in verschiedenen Abständen als Querwände in die benutzten Glaszylinder einbringt und das Schälchen mit den Claviceps-Fruchtkörpern auf dem Boden des Versuches unterhalb der Querwände aufstellt. Nur die in dem untersten Luftraum befindlichen Fanggläschen werden stark beworfen, während die in den oberen durch die Querwände abgeschlossenen Hohlräumen aufgestellten Gläschen keine oder nur entsprechend wenige Sporen aufwiesen. Wurde derselbe Versuch unter Anwendung eines

[1]) Stäger, Rob., Neue Beobachtungen über Mutterkorn. Zentralblatt für Bakteriologie, 27 Bd., S. 72.

stärkeren Temperaturgefälles (über die Versuchsmethode werde ich in der ausführlichen Arbeit berichten) aber wiederholt, dann zeigte sich, daß nach kurzer Versuchsdauer auch die Gläschen über der Querwand ziemlich gleichmäßig beworfen waren.

Das gleiche Resultat konnte mit einem Versuch erreicht werden, bei dem die Fruchtkörper von allen Seiten mit Gläschen, wie von einem Kartenhäuschen umstellt waren, so daß nur wenige spaltenförmige Öffnungen für den Durchtritt der Sporen vorhanden waren. Auch hier fand eine Verbreitung der Sporen außerhalb des von dem Gläschen gebildeten Raumes nur unter der oben genannten Voraussetzung statt. Das Absetzen der Sporen konnte sodann auf den Etagengläsern des Zylinders, sowie auf den Außenflächen der um den Fruchtkörpern gestellten Gläschen beobachtet werden. Die Sporen sind somit aus dem inneren Raum ausgetreten, haben sich in dem größeren Zylinderraum verbreitet und in diesem auf allen Oberflächen abgesetzt. Die Versuche sind dann durch genaue Regulierung des Temperaturgefälles und der Durchtrittsöffnung verfeinert und auf diesem Wege weitere Resultate und Ableitungen ermöglicht worden, deren ausführliche Mitteilung ebenfalls den späteren Arbeiten vorbehalten bleiben muß. Es mag hier nur kurz erwähnt werden, daß die Sporen durch die feinsten herstellbaren Öffnungen, deren Durchmesser noch geringer ist als die Länge der Clavicepssporen (40 μ Durchmesser) durch ein verhältnismäßig geringes Temperaturgefälle von einem Raum in den andern übergeführt werden konnten.

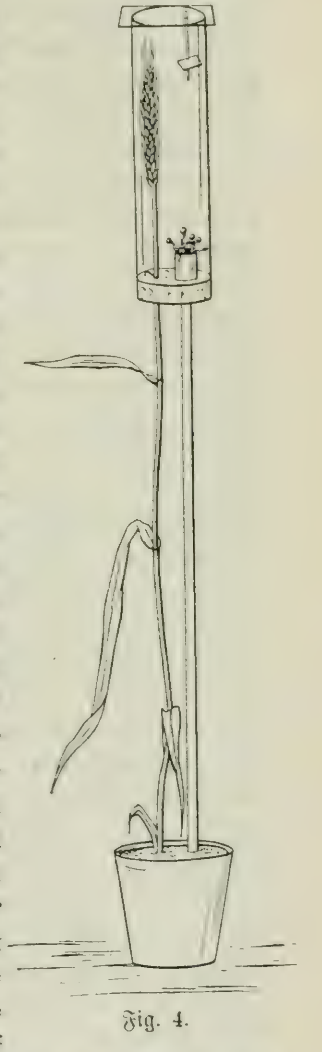
Hier kam es mir zunächst darauf an, den Nachweis zu erbringen, daß es Temperaturströmungen sind, welche die Sporen verbreiten, daß hierzu Strömungen der verschiedensten Intensität erforderlich sind und daß die feinsten solcher bisher nachweisbaren motorischen Kräfte, (bezw. Strömungen von geringster Geschwindigkeit) sich dadurch dokumentieren, daß sie in kleinen, geschlossenen Lufträumen, welche gegen Temperaturdifferenzen nach Möglichkeit geschützt sind, für den Transport und den gleichmäßigen Absatz der von den Clavicepsköpfchen ausgeworfenen und vereinzelten Sporen in diesem und in beliebig größeren cylinderförmigen Lufträumen ausreichen.

III. Teil.

Die Infektion der Roggenpflanzen durch Askensporen.

Die Infektionsversuche des Roggens mit den Askensporen des Mutterkornes sind in folgender Art ausgeführt worden: 1. Im Beginn des Blühens befindliche Roggenstauden, die in Töpfen herangezogen waren, wurden unten in der Topferde mit einzelnen, sporenwerfenden Clavicepsfruchtkörpern belegt, so daß die werfenden Köpfchen mit ihren Stielen frei über die Erdoberfläche hervorragten. Die Töpfe wurden dann unter entsprechend hohe (1,4 m) Glaszylinder gebracht, so daß sie sich in einem von

der Außenluft abgeschlossenen Luftraum befanden. Oben im Zylinder, dicht über der Roggenähre, wurde ein Kontrollgläschen befestigt, wie dies auch Fig. 4 darstellt. Der Versuch wurde bereits nach einigen Stunden unterbrochen, nachdem kontrolliert worden war, daß sich die charakteristischen langen Sporen des Mutterkornes auf dem Kontrollgläschen in reichlicher Zahl abgesetzt hatten. Oft sind schon nach einer Viertelstunde Sporen auf dem Kontrollgläschen nachzuweisen. Die infizierten Pflanzen wurden dann meist in einem mit Gaze bezogenen Kasten im Freien belassen, daneben nicht infizierte Kontrollpflanzen. Nach 8 bis 14 Tagen traten an den infizierten Pflanzen die charakteristischen Erscheinungen der Honigtaubildung hervor, um so stärker, je kräftiger die Pflanzen ernährt waren. Trotzdem die Mehrzahl der Blüten befallen wurde, konnten dann doch immer nur wenige Mutterkörner an einer Ähre zur Ausbildung gelangen, da die übrigen Fruchtknoten offenbar aus Mangel an Saftzufuhr zurückblieben. Die Ausbildung normaler Körner konnte an den infizierten Getreideähren nur vereinzelt nachgewiesen werden. Da bei dieser Art der Infektion eine große Zahl der Sporen sich auf den Blättern, an den Halmen und Glaswänden, sowie auf der breiten Grundfläche des Versuches absetzen und für die Infektion verloren gehen, wurden weiterhin die Versuche derart angeordnet, wie dies die nebenstehende Figur 4 veranschaulicht. Nur die Ähre wurde in einem entsprechend kleinen Glaszylinder eingeschlossen, der Zylinder unten mit einem Kork, der einen Schlitz für den Halm hat, oben mit einem Glasdeckel geschlossen; letzterer trägt an einem Stäbchen das Kontrollgläschen. In dem Zylinder unterhalb der Ähre steht ein kleines Gläschen mit feuchtem Sand, das die Clavicepsfruchtkörper enthält. Der ganze Zylinder ist von einem Stab getragen, der entsprechend befestigt werden muß. Auf diese Weise gelingt es, mit den Fruchtkörperköpfchen eines Sclerotiums viele Ähren in kurzer Zeit zu infizieren.


Fig. 4.

Um nun noch die Bedeutung der Windströmung für die Verbreitung der Askensporen des Mutterkornes zu prüfen, sind Versuche in Roggenfeldern im Freien in derselben Anordnung angestellt worden, wie sie für die Zylinderversuche beschrieben worden ist. Entsprechend der Beobachtung, daß

das Mutterkorn sehr häufig an alleinstehenden Roggenstauden auftritt, sind die Versuche auch an solchen Stellen ausgeführt worden. Sporenwerfende Fruchtkörper des Pilzes wurden in größerer Zahl im Ackerboden unter den zu infizierenden Roggenstauden ausgelegt und Fanggläschen in der Höhe der Roggenähren an Stäben befestigt aufgestellt. Desgleichen sind dann an denselben Stellen einzelne Stauden unter entsprechend hohen oben offenen Glaszylindern derselben Versuchsanstellung unterworfen worden. Die Kontrolle der Gläschen während der Blütezeit des Roggens ergab, daß sich die charakteristischen Sporen des Mutterkornes nur in den Glaszylindern nachweisen ließen. Die Schwierigkeit bei derartigen Versuchen besteht auch darin, den Erdboden mit den Clavicepsfruchtkörpern in geeigneter Weise feucht zu halten, denn es muß berücksichtigt werden, daß die Mutterkörner nicht tief in der Erde liegen dürfen, wenn die Köpfchen zur Sporenverbreitung an die Oberfläche hervorgelangen sollen, und daß die zarten Fruchtkörper beim Austrocknen schnell zugrunde gehen. Schon aus diesem Grunde werden nur geschützte und dauernd feuchte Lagen als die Orte der Clavicepsinfektion in Betracht zu ziehen sein. Wenn man nun die oben beschriebenen Versuche an einem derartig feuchten, vor Wind geschützten Orte anstellt, dann kann man das Absetzen der Sporen auf den Fanggläschen alsbald beobachten und später auch das Auftreten zahlreicher Infektionen feststellen. Aber auch an anderen, vollkommen windgeschützten Orten können die ejakulierten Sporen auf den in der Höhe der Ähren befestigten Fanggläschen beobachtet und primäre Infektionen erreicht werden, wenn die am Erdboden befindlichen Clavicepsfruchtkörper genügend feucht bleiben

Hiermit ist die Kette der Versuche geschlossen, welche den Nachweis erbringen, daß die Infektion der Getreideblüten in völlig geschlossenen, wind- und zugfreien Räumen erfolgt, sobald zur Blütezeit die reifen Köpfchen des Mutterkornpilzes aus der Erde hervortreten und ihre Sporen auswerfen. Sie zeigen zugleich, daß die Infektion ohne die Hilfe der Insekten und insbesondere ohne jede Mitwirkung von Luftzug und Windströmung sicher zustande kommt, und daß für den Transport der ejakulierten Sporen vom Erdboden aus, auf welchem sich die Fruchtkörper befinden, nach den Ähren hin lediglich die Temperaturströmungen in Frage kommen. Der Raum, den die gesamten Halme eines Roggenfeldes bei windstillem Wetter einschließen, ist im Sinne unserer Versuche als ein geschlossener zu betrachten; denn wir konnten in hohen Zylindern, die oben offen blieben, auch in quantitativer Hinsicht ganz analoge Verbreitungserscheinungen feststellen wie in vollständig geschlossenen Räumen. Die vom Erdboden ausgehenden Temperaturströmungen geringerer Intensität tragen die Sporen nicht über das durch die Ährenspitzen gebildete Niveau des Roggenfeldraumes hinaus und setzen sie insbesondere auf den weit ausgebreiteten Fangflächen der aus den Blüten hervorragenden Narben ab.

Aus diesen Beobachtungen geht hervor, daß für die Infektion nicht, wie man bisher geglaubt hat, Windströmungen irgend welcher Art in Frage kommen, sondern daß sie vielmehr nur an möglichst windstillen Tagen und an Stellen auftritt, die nach ihrer ganzen Lage vor stärkeren Luftströmungen besonders geschützt sind. So erklärt sich die von Stäger (l. c.) mitgeteilte Beobachtung, daß Getreidefelder, die an einen Wald oder an größere Gebüsche stoßen, von der Clavicepsinfektion stärker heimgesucht werden als ganz frei gelegene Felder. Die Feuchtigkeit des Erdbodens und die windgeschützte Lage des Feldes sind somit die beiden klimatischen Faktoren, die ein Roggenfeld für den Befall durch Askensporen des Mutterkornes disponieren.

Temperaturströmungen in der Natur.

Um nun einen genauen Einblick zu erhalten über das Vorhandensein und die Intensität der Temperaturströmungen in der Natur, besonders an der Erdoberfläche, wo diese Pilzarten vorzugsweise auftreten, habe ich die auf dem Versuchsfelde in Rosenthal bei Breslau durch tägliche Temperaturmessungen gewonnenen Zahlen, die mir Herr Professor v. Rümker freundlichst überlassen hat, mit bezug auf die hier in Betracht kommenden Gesichtspunkte bearbeitet. Diese Zahlen sind während mehrerer Jahre an der Erdoberfläche, in verschiedenen Erdtiefen sowie in verschiedenen Lufthöhen, morgens, mittags und abends, zuverlässig abgelesen worden, so daß sie einen Einblick über den Bestand eines täglichen und jährlichen Temperaturgefälles in den untersten Luftschichten gestatten. Die ausführliche Darstellung der Ergebnisse auf diesen Zahlenreihen muß einer späteren Arbeit vorbehalten bleiben, hier sollen nur die wesentlichsten Gesichtspunkte kurz dargelegt werden.

Die höchsten durchschnittlichen Temperaturen wurden an der Erdoberfläche abgelesen. Mit dem Ansteigen in höhere Luftschichten nimmt die mittlere Temperatur immer erheblich ab, desgleichen mit dem Absteigen in tiefere Erdschichten (doch hier nur in bestimmten Perioden des Jahres). Die Erwärmung der Erdoberfläche, um die es sich hier handelt, hat ihren Ursprung in der Sonnenstrahlung, welche die Temperatur der Erdoberfläche über diejenige der umgebenden Luft und der darunter befindlichen Erdschichten erhöht. Diese Erwärmung der Erdoberfläche hat ein entsprechendes Temperaturgefälle in den untersten Luftschichten zur Folge, und diesem entspricht die Intensität der Temperaturströmungen, die von der Erdoberfläche ausgehend mehr oder weniger steil nach oben verlaufen und einen schnellen Ausgleich der Temperaturen in den unteren Schichten des Luftmeeres zur Folge haben. Ein anderer Teil der von der Erdoberfläche aufgenommenen Wärmemenge wird in die unteren Erdschichten abgeleitet, in denen die Wärme aber nur langsam fortgeleitet, abgegeben und akkumulatorähnlich gespeichert wird.

Sobald die tägliche Besonnung aufhört, beginnt die Temperatur an der Oberfläche zu sinken und erreicht ein tägliches Minimum, kurz bevor die Wärmestrahlung von neuem einsetzt (vor Sonnenaufgang). Die Abkühlung der untersten Luftschichten erfolgt immer erheblich schneller als diejenige der Erdoberfläche, so daß ein Temperaturüberschuß an dieser auch während der Nacht anhält und auch in dieser Zeit, entsprechend geringere, Temperaturströmungen in den untersten Luftschichten zur Folge hat.

Die von der Erdoberfläche in der Zeit des Sommers aufgenommene und von den unteren Erdschichten gespeicherte Wärmemenge ist so groß, daß sie (in den Nächten nur zu einem kleinen Teil abgegeben) in unserm Klima auch noch in der ganzen Zeit des Winters vorhält und für ein, wenn auch erheblich geringeres Temperaturgefälle zureicht. Dies trifft besonders für den Waldboden zu, der die gespeicherte Wärme in noch höherem Grade festhält. Die Erdoberfläche erfährt somit während des ganzen Jahres im Sommer und des Tages direkt durch Bestrahlung, des Nachts und im Winter durch Zuleitung aus den zu dieser Zeit höher temperierten unteren Erdschichten eine dauernde Wärmezufuhr. Die Erdoberfläche ist fast zu jeder Zeit des Jahres (abgesehen von den durch die Windströmungen bedingten Unregelmäßigkeiten) wärmer als die umgebende Luft, und es besteht daher in den der Erdoberfläche angrenzenden untersten Luftschichten fast zu jeder Zeit ein positives Temperaturgefälle und dementsprechende Temperaturströmungen. Das Temperaturgefälle ist am geringsten des Tags kurz vor Sonnenaufgang, des Jahres im Vorfrühling (Februar-April), so daß zu diesen Zeiten die Temperaturströmungen auf das geringste Maß herabsinken und zeitweise wohl auch vollständig aufhören.

An dem Beispiel des Mutterkornes wollte ich hier den Nachweis führen, daß wir für die Übertragung der Infektionskrankheiten bei den Pflanzen eine „Luftinfektion" durch Temperaturströmungen von der Infektion durch Wind und Luftzug („Windinfektion") unterscheiden müssen. Dieser Unterschied tritt noch deutlicher hervor, wenn wir nun der Luftinfektion des Getreides durch das Mutterkorn die Blüteninfektion durch die Brandpilze gegenüberstellen, die durch die Untersuchungen von Brefeld und mir[1]) aufgedeckt und bekannt geworden ist. Auch hier findet die Infektion in den Blüten statt, indem die Sporen des Pilzes an die jungen Fruchtknoten gelangen und in das Innere derselben eindringen. Diese von dem Brandkeim infizierten Fruchtknoten bringen aber ein anscheinend ganz gesundes Korn zur Entwicklung, aus dem nach der Aussaat auch eine normal entwickelte Getreidepflanze hervorgeht. Erst zur Blütezeit bringen

---

[1]) O. Brefeld, R. Falck: Die Blüteninfektion des Getreides und die natürliche Verbreitung der Brandkrankheiten des Getreides. Untersuchungen aus dem Gesamtgebiete der Mycologie XIII, Heft 1905.

diese Pflanzen ihre Krankheit, die bekannten schwarzen Brandähren, zur Entwicklung. Die Massen von Brandsporen, welche an diesen Ähren gebildet werden, sind lose mit einander verklebt, von besonderen Stützfasern, welche teils aus Blattanlagen, teils aus Blüten und Axenteilen umgebildet sind, zusammengehalten und von den unveränderten Halmen bis zur Höhe der gesunden Ähren emporgehoben. In geschlossenen Räumen kann keine der Sporen verbreitet werden, auch nicht bei Anwendung eines starken Temperaturgefälles. Erst wenn Luftzug und Wind einwirken, findet die Verstäubung und Verbreitung der Brandsporen statt. Die verhältnismäßig voluminösen Brandähren bieten jedem Luftzug genügende Angriffspunkte dar. Dabei wirken die in der ganzen Brandähre verteilten Stützfasern als Widerstände etwa wie die Kapilitium-Fasern bei den Myxomyceten-Fruchtkörpern, dahingehend, daß die Sporen sich durch die Windströmungen zur Genüge vereinzeln und doch nur allmählich verstäuben lassen. Die ganze Organisation ist hier also auf Windverstäubung eingerichtet.

Die Blüten infizierenden Brandsporen sind zwar relativ größer und schwerer als die Clavicepssporen und sind nicht wie diese den eigentlichen Schwebesporen der Atmosphäre zuzuzählen, doch gehören sie bezüglich ihrer Größe der großen Zahl von Pilzsporen an, die durch verhältnismäßig geringe Temperaturströmungen getragen und abgesetzt werden. Die Verbreitung der Brandsporen durch den Wind ist daher nicht vorzugsweise so zu denken, daß sie vom Wind direkt an die Narben herangeweht werden. Der Wind übernimmt vielmehr nur ihre Verbreitung in horizontalen Richtungen über weite Flächen des Feldes. Das eigentliche Absetzen auf die Narbe wird auch hier durch Temperaturströmungen vollzogen, und zwar in den Intervallen, welche den Windstößen zu folgen pflegen.[1]) Der Unterschied in der Wirkungsrichtung des Windes im Gegensatz zu den Temperaturströmungen kommt hier besonders zum Ausdruck. Der Wind verläuft vorzugsweise in horizontalen Richtungen senkrecht zur Erdoberfläche und in dieser Richtung vermag er die Sporen über weite Flächen des Feldes zu transportieren, während die Temperaturströmungen von dem erwärmten Erdboden ausgehend, vorzugsweise in vertikalen Richtungen, und zwar nur von unten nach oben verlaufen.

Die günstigsten klimatischen Faktoren für die Blüteninfektion des Mutterkorns sind daher, wie bereits hervorgehoben wurde, feuchte Lagen und windstilles Wetter. Die Blüteninfektion des Brandes ist dagegen begünstigt in trockenen, sonnigen Lagen, welche die Verstäubbarkeit der Sporenaggregate erhöhen und durch andauernde mäßige Winde, welche die Sporen verstäuben und verbreiten.

[1]) Ganz analog sind die Vorgänge bei der Verbreitung und Übertragung der Uredosporen, sowie der Pollenkörner bei den auf Windbestäubung eingestellten Pflanzenarten usw.

In der Organisation macht sich der Unterschied der auf Windverstäubung und der im wesentlichen auf Verbreitung durch Temperaturströmungen eingestellten Pilze dahin geltend, daß bei den erstgenannten Formen fast ausschließlich die Pilzsporen, und diese dann in übergroßer Zahl zur Bildung kommen, so daß man ihre Menge auf der gewöhnlichen Wage durch das Gewicht bestimmen kann. Wägungen des gesiebten Brandstaubes einzelner getrockneter Brandähren vom Gerstenflugbrande und der Gallen des Hirsebrandes ergaben, daß die ersteren 0,2 bis 0,8, die letzteren 0,5 bis 2 g reinen Brandstaub enthielten, während die von den Köpfchen eines Sclerotiums auf Fanggläsern gewinnbaren Sporenmengen sich noch nicht durch Wägung feststellen ließen.[1])

Die bei den Brand-, Rost-, Mehltaupilzen usw. gebildeten Sporenmengen reichen somit dazu hin, weite Lufträume zu erfüllen, wenn sie durch den Wind verstäubt werden, so daß die Infektion durch den Verlust der bei weitem größten Zahl von Sporen nicht in Frage gestellt werden kann.

Bei den Infektionen des Mutterkornes, welche ausschließlich durch Temperaturströmungen zustande kommen, sind die Sporenmengen, welche zur Verbreitung gelangen, im Verhältnis hierzu außerordentlich gering. Wenn sie durch zu starke Temperaturströmungen oder gar durch Windströmungen über die Ähren hinaus in den freien Luftraum gelangen, können sie bei ihrer geringen Absatzgeschwindigkeit in ungemessene Entfernungen in dem unendlich weiten Luftraum verbreitet werden, bevor sie wieder an einen genügend zugfreien Ort gelangen, der das Absetzen ermöglicht. Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse bei den am Erdboden überwinternden Asco- und Basidiomyceten, den Teleuto-Sporen usw.

Bei der großen Zahl der höheren Pilze der Basidiomyceten und Ascomyceten werden die Sporen immer nur in verhältnismäßig geringen Mengen ausgebildet. Man muß die betreffenden Fruchtkörper schon kiloweise zur Verfügung haben, um die Sporen in Grammen zu gewinnen. Hier wird die bei weitem größte Menge von Stoff und Energie dazu verwendet, die Fruchtkörper mit den beschriebenen komplizierten Verbreitungsorganen zu erbauen, welche jede Spore vereinzeln, sie vereinzelt auswerfen und ihre sporenbildenden Organe räumlich in bestimmte Richtungen so orientieren, daß jede ausgeworfene Spore in einen genügend hohen freien Luftraum gelangt, in dem sie von den Temperaturströmungen erfaßt und verbreitet werden kann. Alle diese Organismen werden vorzugsweise an windstillen feuchten Orten gebildet, in Lufträumen, die im Sinne dieser Verbreitung als geschlossene zu betrachten sind, wie dies für die unterhalb der Ähren befind-

[1]) Schon in den geschlossenen Zylindern, bei welchen eine große Zahl keimender Sclerotien ausgelegt wurden und bei denen alle Sporen in dem kleinen Zylinderraum verteilt worden sind, sind die auf den Fangflächen abgesetzten Sporen doch nur als feiner Hauch wahrzunehmen.

lichen Lufträume eines komplexen Getreidefeldes bei windstillem Wetter zutrifft. In noch höherem Maße sind die von unsern Wäldern bestandenen Lufträume als geschlossene zu betrachten, und so ist es zu erklären, daß die im Walde so zahlreich vorkommenden Pilze in ihrer großen Mehrzahl den obengenannten Klassen der Basidiomyceten und Ascomyceten angehören. Auch soweit die Keime dieser Pilzarten Pflanzenkrankheiten verursachen, werden für ihre Verbreitung somit in erster Linie die Temperaturströmungen wirksam sein, doch können sie sekundär natürlich nach horizontalen Richtungen durch die im Walde vorkommenden Windströmungen weiter verbreitet werden, um dann schließlich wieder durch Temperaturströmungen abgesetzt zu werden. Erst wenn wir die verschiedenen Kräfte und ihre spezifische Wirksamkeit trennen und unterscheiden lernen, können wir die Vielheit der Möglichkeiten und ihr Zusammenwirken in der Natur richtig verstehen und bewerten.

Mykologisches Institut der Königl. Forstakademie, Hann.-Münden 1911.

Standorts- und Bestandesbeschreibung im Dienste einer Bestandesgeschichte.

Von Oberforstmeister Fricke.

Die Regeln des Waldbaus entstehen aus der Erfahrung. Auch wenn die wissenschaftliche Behandlung des Waldbaus den Regeln eine so allgemeine Fassung gibt, daß das lokale Kolorit der Erfahrung verschwindet, auch wenn die Einordnung der Waldbauregeln in ein wissenschaftliches System das nachträgliche Urteil stärker hervortreten läßt als die ursprüngliche Beobachtung, und wenn die naturwissenschaftliche Begründung der Regeln durch Hinweise auf die wirksamen pflanzenphysiologischen, klimatischen und bodenkundlichen Gesetze vorwiegend ein Ergebnis menschlichen Nachdenkens ist, die Quelle aller Waldbauregeln und der Prüfstein ihrer Richtigkeit ist und bleibt stets die Beobachtung im Walde. Wirkliche Fortschritte im Waldbau können wir nur durch die Erforschung der im Walde erreichten Erfolge verschiedener Maßregeln unter verschiedenen Verhältnissen erzielen. Dabei werden Untersuchungen und Versuche in Laboratorien als Hilfsmittel der waldbaulichen Forschung oft wertvolle Dienste leisten, die Forschung im Walde zu ersetzen, sind sie aber nicht imstande. Da zwischen Saat und Ernte in der Forstwirtschaft meist mehr denn 100 Jahre liegen, ist es keinem Forstmann vergönnt, die Entwicklung einer ganzen Bestandesgeneration selbst zu erleben. Selten ist dem Forstmann die Jugendgeschichte eines Bestandes, den er fällen läßt, bekannt, selten erfährt er die vollen Erfolge seiner Kulturtätigkeit. Dieser Umstand nötigt zur genauen schriftlichen Aufzeichnung aller waldbaulichen Maßregeln, Nutzungen und Er-

fahrungen in den einzelnen Beständen, damit die Dienstnachfolger sich über die Vergangenheit der Bestände unterrichten und bei ihrem Abtriebe einen Überblick über die vollen Erfolge der einzelnen bestandesbegründenden und bestandeserziehenden Maßregeln gewinnen können. Aus den einzelnen Aufzeichnungen entsteht für jeden Bestand eine Geschichte, die Bestandesgeschichte.

Die Kgl. Sächsische Staatsforstverwaltung hat bereits vor längerer Zeit Vorschriften für das Anlegen und Weiterführen einer Geschichte einzelner Bestände erlassen, die Kgl. Bayerische Staatsforstverwaltung hat in der neuesten Anweisung für Forsteinrichtung (1910) vorgeschrieben, daß das Formular für Standorts- und Bestandesbeschreibung „zugleich zur Führung einer Bestandeschronik" dienen soll. Die preußische Staatsforstverwaltung besitzt in dem Kontrollbuch, dem Hauptmerkbuch und den einzelnen Betriebsplänen bereits die Bausteine zur Errichtung einer Bestandesgeschichte, sie müssen aber noch zugerichtet und zusammengefügt werden. Der Entwurf einer Anweisung zur Ausführung der Betriebsregelungen in den preußischen Staatsforsten von 1908 hat die bisherige Gepflogenheit beibehalten, die Standorts- und Bestandesbeschreibungen in die alle 20 Jahre neu aufzustellenden Betriebspläne eintragen zu lassen. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, die einzelnen, aufeinander folgenden Betriebspläne durchzublättern, wenn man sich aus den periodischen Beschreibungen der Standorts- und Bestandesbeschaffenheit ein Bild von der allmählichen Entwicklung eines Bestandes verschaffen will. Diese Arbeit ist so zeitraubend, daß sich nur selten jemand zu ihr entschließt, und daß die wichtigen Standorts- und Bestandesbeschreibungen für die Bestandesgeschichte gänzlich unbenutzt bleiben. Eine Beurteilung der in dem Hauptmerkbuch niedergelegten Zahlen über den Kulturbetrieb und der Angaben des Kontrollbuchs über die Holzerträge ist nur möglich, wenn man die Entwicklung der mit ihnen im Zusammenhange stehenden Standorts- und Bestandesbeschaffenheit kennt, und umgekehrt lassen sich aus der letzteren nur dann sichere Schlüsse auf die Wirtschaft ziehen, wenn man über die vorhergegangenen Kulturen, Hauungen und sonstigen Ereignisse unterrichtet ist. Nur aus dem Zusammenfügen aller dieser Aufzeichnungen entsteht eine Bestandesgeschichte, welche die reichste und lauterste Quelle forstlicher Erfahrung ist. Es empfiehlt sich, nach dem Muster der neusten bayerischen Vorschriften für jeden Bestand einen besonderen Bogen anzulegen, auf welchem alle Standortsverhältnisse und Bestandeseigenschaften, welche im Laufe der Geschichte einem Wechsel unterworfen sind und Ertrag wie Nutzungsweise beeinflussen, beschrieben werden. Bei späteren Betriebsregelungen werden die inzwischen eingetretenen Veränderungen auf dem vorhandenen Bogen vermerkt, so daß auf dem einen Bogen die Entwicklung des Standorts und Bestandes einer Abteilung von der Bestandesbegründung bis zum Abtrieb aufgezeichnet wird. Mit diesem Bogen werden dann noch weitere Bogen für das Ver-

merken der Kulturarbeiten, Holznutzungen und besonderen Ereignisse verbunden. Dann sind alle für die Geschichte eines Bestandes wichtigen Angaben auf wenigen, mit einander verbundenen Blättern zusammengetragen. Um das Entstehen unhandlicher Bücher zu vermeiden, vereinigt man die Blätter zu einzelnen Heften — vielleicht schutzbezirksweise —, welche nach System Sönneken lose geheftet werden. Die Eintragung der Standorts- und Bestandesbeschreibung in den Betriebsplan, desgleichen die Fortführung des bisherigen Hauptmerkbuchs und des Kontrollbuchs, Abschnitt A, werden durch die Anlage der Bogen für Bestandesgeschichte unnötig. Werden die Standorts- und Bestandesbeschreibungen als ein wichtiger Teil der Bestandesgeschichte angesehen, so müssen sie nach anderen Grundsätzen ausgeführt werden, als wenn sie nur zur Begründung der im Betriebsplan vorgeschlagenen Maßregeln dienen sollen. Letzterer Zweck fordert die Angabe aller Umstände, welche für die Wahl der zukünftigen Bewirtschaftung eines Bestandes bedeutungsvoll sein können, also auch die Beschreibung dauernder Umstände als Höhenlage, Exposition, Tiefgründigkeit des Bodens u. a. m. Die Angaben wurden bisher aus Rücksicht auf den beschränkten Zweck möglichst kurz gehalten, und da sie nach Genehmigung des Betriebsplans bedeutungslos wurden, reichten für sie beliebige Abkürzungen aus, wenn sie nur jeweilig von den Nächstbeteiligten, Forsteinrichter und prüfender Behörde, verstanden wurden. Die Standorts- und Bestandesbeschreibungen einer Bestandesgeschichte brauchen dagegen nur diejenigen Umstände zu erwähnen, welche eine bemerkbare Veränderung innerhalb einer gewöhnlichen Umtriebszeit erfahren können, sie müssen aber so ausführlich und allgemein verständlich dargestellt sein, daß jeder Leser noch nach hundert und mehr Jahren in der Lage ist, sich nach der Beschreibung ein genaues und richtiges Bild von dem einstigen Zustande und der Entwicklung des Bodens und Bestandes zu machen.

Eine vollkommene Standortsbeschreibung, welche befähigt, ein Urteil über die Fruchtbarkeit eines gegebenen Standorts abzugeben, muß sich über das allgemeine und besondere Klima, über die dauernden Bodeneigenschaften und den gegenwärtigen Bodenzustand äußern. Für die Bestandesgeschichte hat nur die Angabe des Bodenzustandes als des wichtigsten, veränderlichen Faktors der Fruchtbarkeit Bedeutung. Die übrigen Standortseigenschaften werden zweckmäßig in geologisch-agronomischen Karten mit Höhenschichtenlinien festgelegt. Was in derartige Karten nicht hineinpaßt, wie z. B. allgemeines Klima, kann in einer allgemeinen Revierbeschreibung dargestellt werden.

Der jeweilige Bodenzustand wird am schärfsten durch die Beschaffenheit der Zersetzungsprodukte der Waldstreu (Humus) und durch die Bodenflora gekennzeichnet. Beide sind nicht allein vom Klima und sonstigen Standortseigenschaften, sondern auch von der Forstwirtschaft abhängig. Waldbauliche

Fehler, welche die Bodenfruchtbarkeit beeinträchtigen, offenbaren sich am schnellsten und deutlichsten durch Veränderungen der Bodenflora, bezw. der Bodenbedeckung. Auch nach der positiven Seite hin sind Humusbeschaffenheit und Bodenflora der beste Prüfstein der Wirtschaft. Sie verdienen nicht allein als empfindlichstes und sicherstes Reagenz des Waldbaus sorgfältige Beachtung, sondern auch weil sie selbst die Fruchtbarkeit des Standorts und damit die Wachstumsleistungen der Waldbestände häufig unmittelbar beeinflussen. Eine dichte Bedeckung des Bodens mit Heide verschlechtert ihn allmählich so sehr, daß eine Nachzucht der Eiche trotz des Vorhandenseins eines leidlichen Alteichenbestandes nicht mehr möglich ist, alte Buchenbestände werden durch dichtes Beerkraut zopftrocken gemacht und schließlich zum Absterben gebracht, Fichtenbestände können durch Sumpfmoose in Baumkirchhöfe umgewandelt werden. Da das Vorhandensein einer für das Bestandeswachstum nachteiligen Bodenflora und Humusbeschaffenheit deutlich auf vorhergegangene Mißgriffe der Wirtschaft und auf nachfolgende Schäden hinweist, kann eine Bestandesgeschichte, welche waldbauliche Erfahrung bringen soll, auf die Schilderung der Bodenflora und des Humus nicht verzichten. Diese ist lehrreicher als die genauste Bestandesbeschreibung, sie muß als der wichtigste Teil der Bestandesgeschichte angesehen werden.

Für die Beschreibung der Bodenstreu und des auf dem Boden aufliegenden Humus gibt die Anleitung zur Standorts- und Bestandesbeschreibung des Vereins deutscher forstlicher Versuchsanstalten vom 3. September 1908 eine ausreichende und leicht verständliche Anweisung. Zur Beschreibung des Auflagehumus muß aber noch die Angabe der Schichtenstärke hinzukommen, um von ihm ein zutreffendes Bild zu geben.

Bei der Schilderung der Bodenflora braucht man sich nicht als botanischer Spezialist zu erweisen, es genügt die Angabe der bekannten Pflanzenarten, welche für den Grad der Bodenfeuchtigkeit, des Lichteinfalls, des Reichtums des Bodens an Nährsalzen oder für einen sauren oder alkalischen Bodenzustand bezeichnend sind. Da in einem Bestande die Bodenflora selten auf der ganzen Fläche gleichmäßig ausgebildet ist, müssen die örtlichen Verschiedenheiten angegeben werden. Ferner ist zu vermerken, ob der Stand der Bodenpflanzen ein vereinzelter, horstweiser oder flächenweiser mit geringem, lockerem oder dichtem Schluß ist, ob die Pflanzen schwach oder kräftig entwickelt sind, ob sie reine oder gemischte Bestände bilden. Nachstehend gebe ich einige Beispiele einer vollständigen Beschreibung der Humusbeschaffenheit und der Bodenflora:

Im ebenen Teil der Abteilung auf der ganzen Fläche Cladonia rangiferina dicht bestanden, kräftig entwickelt, vereinzelte schwache Calluna-Sträucher, Trockentorf 0,5 cm. Am östlichen Hang Nadelstreudecke über 1 cm Moderhumus, unter-

brochen von größeren Beständen Hypnum triquetrum und Schreberi über 0,3 cm Trockentorf, einzelne 1 bis 2 m hohe Juniperus-Sträucher.

Oder: Auf 0,7 der Fläche (geschlossene Teil des Bestandes) 15 cm Trockentorf, darüber dünne, lockere Nadelstreu, 0,2 der Fläche (Schneebruchpartien) dichter Stand von 1 bis 1,5 m hoher Molinia coerulea auf Trockentorf, platzweise üppige Sphagnum-Polster, 0,1 der Fläche (Westhang am Bachlauf) Calluna und Vaccinium Vitis Idaea gleichmäßig gemischt, lockerer Stand, mittelmäßig entwickelt.

Oder: Laubstreu über 3 cm Moderhumus, in den Senkungen 10 cm Trockentorf und zwei, 1 bis 3 ar große Missen mit dichtem, üppigem Polytrichum-Polster, am westlichen Bestandesrand ein etwa 30 m breiter Streifen mit Vacc. Vt. Id., dichter Stand, Unterlager von 5 cm Trockentorf, der untere etwa 40 m breite Streifen des Südhangs ausgeweht, verhärtet.

Durch derartige Beschreibungen wird die Bestandesgeschichte eine wahre Lebensgeschichte. Sie machen Angaben über Bodenfeuchtigkeit, Lockerheit, Tätigkeit der Bodenfauna, Nährstoffreichtum des Bodens usw. überflüssig, sie führen auf einfachste Art zu einer genauen Kenntnis des Waldes. Ihre Ausführung ist keine stumpfsinnige, mechanische Arbeit, denn sie erfordert Aufmerksamkeit, Erfahrung, sie führt zur Beurteilung der früheren und gegenwärtigen Wirtschaft, sowie zum Überlegen der zweckmäßigsten Zukunftswirtschaft. Mir erscheint die Anfertigung einer guten Beschreibung des zeitlichen Bodenzustandes interessanter als alle anderen Arbeiten einer Betriebsregelung.

Zu einer vollständigen Bestandesgeschichte gehören noch die von 10 zu 10, oder von 20 zu 20 Jahren zu wiederholenden Beschreibungen der Ausformung und der Zuwachsleistungen der Bestände, die sogenannten Bestandesbeschreibungen. Ist die Beschreibung eines Bestandes gelegentlich einer Betriebsregelung vollständig aufgestellt worden, braucht sie bei späteren Betriebsregelungen nur berichtigt zu werden, sofern und soweit in der Zwischenzeit Änderungen eingetreten sind. Um den Forderungen einer guten, lehrreichen Bestandesgeschichte zu genügen, d. h. um den Entwicklungsgang eines Bestandes in Bezug auf Masse und Wert genau festzustellen, muß die Bestandesbeschreibung folgende Angaben enthalten: Holzart, in gemischten Beständen das Verhalten der Holzarten zu einander, mittlere Bestandeshöhe, Stammzahl und Stammgrundfläche je ha, mittlerer Durchmesser in Brusthöhe und mittlerer 10jähriger Durchmesserzuwachs der 200 stärksten Stämme je ha, Kronenlänge in Zehntel der Totalhöhe, Höhenwachstum (gut, mittel, gering, fehlend, zopftrocken), Bestandesschluß (gedrängt, geschlossen, locker, lückig, licht, raum), Schaftform (lang-, kurzschäftig, gerad-, krummwüchsig, astrein, ästig) und Gesundheit.

Der Entwurf einer preußischen Anweisung zur Betriebsregelung ist natürlich in seinen Anforderungen an eine Bestandesbeschreibung weit bescheidener, weil er die Schaffung einer Bestandesgeschichte nicht berücksichtigt

und nur dem Grundsatze der Kürze huldigt. Die bayerische Anweisung für Forsteinrichtung von 1910, in der die Bestandesbeschreibung als ein Teil der Bestandeschronik bezeichnet wird, hat dagegen fast alle vorhin von mir geforderten Angaben in ihr Musterformular aufgenommen.

Holzart. Eine Bestandesbeschreibung hat zunächst die herrschende Holzart zu benennen. Kommen in einem Bestande mehrere Holzarten vor, sollen nach der preußischen Anweisung das Mischungsverhältnis ziffernmäßig und die Art der Mischung (einzeln, horstweise usw.), gegebenenfalls auch die Unterschiede in der Ertragsklasse und dem Alter angegeben werden. Das reicht aber weder für eine Bestandesgeschichte noch zur Begründung wirtschaftlicher Maßregeln aus. Es ist notwendig, auch das Wachstumsverhältnis, in dem die Holzarten zu einander stehen, anzugeben, z. B.: Buchen (0,7) mit gleich hohen, aber eingeklemmten Eichen, oder: Kiefern (0,8) mit teils zwischenständigen, teils unterständigen Buchen, oder: stark vorwüchsige Fichten (0,4) und beherrschte Buchen (0,6), oder: Buchen, durchstellt mit einzelnen Lärchen, welche 2 bis 3 m höher sind, deren Kronen aber durch die nachwachsenden Buchen stark verkürzt sind. Noch schärfer wird das Bild, wenn für jede Holzart die Stammzahl je ha, die mittlere Stammstärke und -Höhe der zum Hauptbestande gehörenden Stämme angegeben werden. Um eine auf längere Zeiträume ausgedehnte Erfahrung über die Entwicklung von Mischbeständen verschiedener Begründungsarten zu gewinnen, ist es notwendig, die Verschiedenheit der Energie, mit der die gemischten Holzarten ihren Platz unter verschiedenen Verhältnissen zu behaupten und zu vergrößern vermögen, durch sorgfältige Aufzeichnungen über die Veränderungen in dem Verhältnis der Durchmesser und Höhen klarzustellen. Bei der großen Bedeutung der Mischbestände für Erhöhung der Waldrente, Erhaltung und Besserung der Bodenkraft, Verminderung der schädlichen Folgen von Kalamitäten muß gewünscht werden, daß die immer von neuem wieder einsetzenden Versuche der Revierverwalter mit Gründung von Mischbeständen durch Festlegung derselben in der Bestandesgeschichte und durch weitere Beobachtung der Entwicklung dieser Bestände der Belehrung nachfolgender Generationen dienstbar gemacht werden. Wieviel Lehrgeld ist nicht gerade auf diesem Gebiete schon vergeblich gezahlt worden, weil der Nachfolger nicht erfuhr, was die Vorgänger erfolglos bereits versucht hatten!

Bestandesalter. Auf die richtige Ermittlung des Bestandesalters soll nach der preußischen Anweisung „besonderer Wert" gelegt werden. Die Anweisungen anderer Staatsforstverwaltungen betonen gleichfalls die Bedeutung einer richtigen Altersbestimmung. Da die Hiebsreife der Bestände in erster Linie nach ihrem Alter beurteilt wird, und da Bonitierung, Vorrats- und Zuwachsermittlungen nach den Ertragstafeln auf Grund der Altersbestimmungen erfolgen, ist die Wertschätzung richtiger Altersermittlungen wohl verständlich. Leider ist aber das Bestandesalter keine sichere

Stütze eines Urteils über Standortsklasse und Hiebsreife, denn es kommen häufig Fälle vor, in denen die Entwicklung des Bestandes durch ungünstige Einflüsse (Verbiß, wiederholte Frostbeschädigungen, Hemmung der Jugendentwicklung durch langes Überhalten der Samenbäume u. a.) so zurückgehalten wird, daß Vorrat und Zuwachs des Bestandes einer jüngeren Altersstufe mit normaler Entwicklung entsprechen. In der bayerischen Forsteinrichtungsanweisung ist daher die Angabe des wirtschaftlichen Alters gefordert, d. h. „bei einem sehr engen Jahrringkern soll nicht die gesamte Zahl der Jahrringe in die Altersbestimmung einbezogen werden, sondern nur jener Teilbetrag, der bei ungestörter Entwicklung nötig gewesen wäre, um den Durchmesser des engen Kerns zu erreichen". Diese Bestimmung ermöglicht jedoch nicht, die auf äußere Einflüsse zurückzuführenden Zuwachshemmungen späterer Jahre, z. B. durch zeitweiligen, übermäßigen Dichtstand, wiederholten Raupenfraß u. a. bei der Altersbestimmung gebührend zu berücksichtigen, so daß selbst das wirtschaftliche Alter nur einen ganz ungenauen Maßstab für die Beurteilung der Hiebsreife der einzelnen Bestände abgibt. Für die Bestandesgeschichte ist die Angabe des Bestandesalters unnötig. In der Geschichte wird für jede Kulturarbeit, jeden Samen-, Lichtungs-, Räumungshieb das Jahr der Ausführung bemerkt. Auf Grund dieser Zeitangaben mag man dann später zur Beurteilung der Bestandesentwicklung irgend ein Jahr als Gründungsjahr des Bestandes annehmen, für die Bestandesgeschichte ist das aber unwesentlich. Bei der Festsetzung des Gründungsjahres wird man häufig willkürlich verfahren müssen, weil fast alle Bestände nicht in einem Jahre, sondern im Verlaufe vieler Jahre entstanden sind, und der Anteil der einzelnen Jahre an der Bestandesbegründung schwer ermittelt werden kann. Es gibt Buchenbestände, welche während einer 40jährigen Verjüngungsdauer entstanden sind, und ein normales Kiefernjagen hat zu seiner fertigen Verjüngung in der Regel mindestens eine Periodenlänge (20 Jahre) nötig; bei Maikäfer- und Schütteschäden wollen zuweilen die Nachbesserungen gar kein Ende nehmen. Die hieraus hervorgehende, unvermeidliche Unsicherheit aller Altersbestimmungen hat aber keine große Bedeutung, da eine ganz korrekte Altersangabe doch nur bei ungestört, „normal" aufgewachsenen Beständen für die Bonitierung nach den „Normal"ertragstafeln und für die Beurteilung der Hiebsreife von Bedeutung sein kann. Da nun aber normal aufgewachsene Bestände eine Seltenheit sind, kommt es in der Praxis bei der Altersbestimmung auf ein paar Jahre mehr oder weniger nicht an.

Die Bedeutung des Bestandesalters wird meist stark überschätzt. Das ist darauf zurückzuführen, daß durch die Ertragstafeln die Ansicht befestigt worden ist, Vorrat und Zuwachs seien eine Funktion des Alters, kenne man nur Alter und Bonität, so habe man auch schon Kenntnis von den gegenwärtigen und allen zukünftigen Wachstumsleistungen des Bestandes. Die

Ertragstafeln weisen ein Nachlassen des Bestandeszuwachses vom Stangenholzalter ab nach. Auch im Tierreich nehmen nach Überschreiten einer bestimmten Altersstufe die Kräfte ab. Da erscheint es ganz selbstverständlich, daß der Zuwachs der jungen Bestände zunimmt, die Kraft (der Zuwachs) im reifen Jünglingsalter ihre Höhe erreicht und darüber hinaus mit zunehmendem Alter nachläßt. Betrachtet man aber Einzelstämme, so muß man stutzig werden; da findet man nicht allein solche, die in der Jugend rasch und im Alter langsam gewachsen sind, sondern auch Stämme mit langsamem Jugend- und raschem Alterswuchs. Durch Begünstigung oder Beeinträchtigung der äußeren Wachstumsbedingungen hat der Forstmann es ganz in der Hand, den Zuwachs der Einzelbäume in jedem Alter zum Sinken oder zum Steigen zu bringen. Der Zuwachs der einzelnen Waldbäume ist bis zu den Altersgrenzen, welche für die Forstwirtschaft wirtschaftliche Bedeutung haben, von ihrem Alter unabhängig. Ganz abweichend vom Bau des tierischen Körpers ist der Körper der Bäume von der höchsten Baumspitze bis zum letzten Wurzelende von der Kambiumschicht, einem Teilungsgewebe, überzogen, welches alljährlich neue lebende Zellen produziert. Nur die jüngsten Zellreihen sind der Ort der Lebenstätigkeit. Alljährlich werden neue Wurzelspitzen und Blätter gebildet, welche die Nährstoffe aufnehmen und verarbeiten. Alles, was an den Bäumen alt ist, nimmt am Leben nicht mehr teil, sondern dient als Borke oder Kernholz mechanischen Zwecken, und alles, was am Leben der Bäume, selbst tausendjährigen, teilnimmt, ist jung. Daher kann von einem „Altern“, d. h. von einer Rückbildung vorhandener Organe, von einer regressiven Metamorphose, wie sie bei den Tieren vorkommt, bei den Bäumen nicht gesprochen werden. Gehen einzelne Bäume in ihrem Wachstum zurück, so ist das auf Verschlechterung des Standorts, oder auf Behinderung einer normaler Kronen- oder Wurzelentwicklung, oder auf Zerstörung lebender Zellen durch Tiere oder Pilze, nicht aber auf Altersschwäche zurückzuführen. Betrachten wir allein das Höhenwachstum, so muß allerdings ein schon frühzeitiges Nachlassen der Wachstumsleistung ohne äußere nachteilige Einflüsse zugegeben werden. Dieser Rückgang hängt aber nicht vom Alter des Baumes, sondern von der Höhe ab, die der Baum schon erreicht hat, d. h. von der Hubhöhe, bis zu welcher das Wasser aus dem Boden gehoben werden muß. Über eine gewisse Baumhöhe hinaus kann aus mechanischen Gründen das Wasser im Stamm nicht emporsteigen. Diese Grenze ist nicht vom Baumalter, sondern nur vom Klima, von der Bodenbeschaffenheit und der angeborenen Arteigentümlichkeit der Waldbäume abhängig. Eichen und Buchen, welche im 120jährigen Alter infolge ungünstiger Bodenveränderung zopftrocken geworden waren und während der nächsten 30 Jahre durch Abwerfen des trockenen Wipfels 8 m von ihrer früheren Höhe verloren hatten, haben nach Wiedereintritt des früheren guten Bodenzustandes im 150jährigen

Alter Höhentriebe wie 60jährige Bäume gemacht, so daß die frühere Höhe im 200jährigen Alter annähernd wieder erreicht wurde. Die gleichalten Eichen und Buchen im Nachbarbestande, welche den Wechsel des Bodenzustandes nicht durchzumachen hatten, haben in dem gleichen Alterszeitraum von 150 bis 200 Jahren einen kaum meßbaren Höhenzuwachs gehabt. Dieses Beispiel zeigt, daß nicht das Bestandesalter, sondern die Baumhöhe das Höhenwachstum beeinflußt.

Trotzdem ein Nachlassen des Stärkezuwachses der Einzelbäume infolge zunehmenden Alters nicht angenommen werden kann, weisen alle Ertragstafeln nicht nur ein Zurückgehen des Höhenzuwachses, sondern auch des Stammgrundflächenzuwachses auf der Flächeneinheit mit zunehmendem Alter nach. Dieser scheinbare Widerspruch läßt sich folgendermaßen erklären. Wenn der Gesamtzuwachs eines Einzelstammes nicht nachlassen soll, muß er in der Lage sein, alljährlich neue Seitentriebe mit neuen Blättern oder Nadeln zu entwickeln, da die letzteren nicht mit einer teilungsfähigen Kambialschicht überzogen sind, mithin im wahren Sinne des Wortes altern und nach verhältnismäßig kurzer Zeit funktionslos werden. Das dauernde Bedürfnis der Kronenausbreitung für den Einzelstamm macht im geschlossenen Bestande eine dauernde Verminderung der Stammzahl auf der Flächeneinheit (ha) notwendig. Mit Abnahme der Stammzahl wird der Baumumfang aller Stämme in 1,3 m Höhe je ha geringer, weil die Zunahme des Durchmessers in Brusthöhe nicht in gleichem Maße steigt als die Stammzahl abnimmt. Da der Kreisflächenzuwachs gleich dem gesamten Stammumfang aller Stämme mal mittlerer Jahrringsbreite ist, muß bei gleichbleibender Jahrringsbreite der Kreisflächenzuwachs je ha mit abnehmender Stammzahl, d. i. mit abnehmendem Baumumfang je ha nachlassen. In älteren Beständen mit geringem Höhenzuwachs wird der Massenzuwachs fast allein durch den Stärkenzuwachs bestimmt. Deshalb muß in diesen Beständen auch ein allmähliches Nachlassen des Massenzuwachses des Bestandes je ha eintreten, während die Einzelstämme des Bestandes, welche ihre Kronen normal entwickeln können, bei gleichbleibender Jahrringsbreite — also ohne Lichtungszuwachs — eine Zunahme des Massenzuwachses zeigen. Das Nachlassen des Stammgrundflächen- und Massenzuwachses je Flächeneinheit (ha oder qm) der Schirmfläche trotz gleichbleibender Jahrringsbreite, also bei zunehmendem Zuwachs des Einzelstammes, wird aus folgenden Überlegungen physiologisch erklärlich. Gleichen Bestandesschluß d. h. gleiche seitliche Beschattung der Kronen vorausgesetzt, verhält sich der Stammgrundflächenzuwachs zweier Stämme ungefähr wie die zugehörigen Blattmengen, die Blattmengen verhalten sich ungefähr wie die Mantelflächen der Kronen, die Mantelflächen verhalten sich unter Annahme einer Kalotte wie $D . \pi . h$ (D = größter Kronendurch-

messer, h = Kronenlänge), unter Annahme eines Kegels ungefähr wie D. π. h. 0,5. Da die Kronenlängen in älteren Beständen sich nur wenig ändern, verhalten sich in diesen Beständen die Mantelflächen wie die Kronendurchmesser, folglich verhält sich auch der Zuwachs wie die Kronendurchmesser. Die Schirmflächen nehmen aber wie die Quadrate der Kronendurchmesser zu, mithin nehmen Zuwachs und Schirmfläche nicht gleichmäßig zu. Beträgt der Zuwachs eines Stammes mit 5 m Kronendurchmesser (= 19,6 qm Schirmfläche) 20 cbdcm, so ist der Zuwachs je qm Schirmfläche $\frac{20}{19,6}$ = 1 cbdcm, je 10 000 qm oder 1 ha = 10 fm. Verhält sich der Zuwachs wie die Laubmenge, Mantelfläche der Krone, Kronendurchmesser, so hat ein Stamm mit 6 m Kronendurchmesser (= 28 qm Schirmfläche) 24 cbdcm Zuwachs und je qm Schirmfläche $\frac{24}{28}$ = 0,857 cbdcm, für 1 ha 8,57 fm. Im letzteren Falle läßt mithin der Zuwachs des Bestandes nach, obgleich der Zuwachs jedes einzelnen Stammes, der bis zum Schluß der Zuwachsperiode stehen geblieben ist, zugenommen hat. Die Annahme, daß sich der Zuwachs des Einzelstammes in älteren Beständen ungefähr wie der Kronendurchmesser verändert, wird noch durch die Erfahrung bestätigt, daß sich in älteren Beständen die Stammgrundfläche und daher auch die Abstandszahl (Kronendurchmesser geteilt durch Stammdurchmesser) wenig verändert, daß also $\frac{D}{d} = \frac{D'}{d'}$, wenn D und D′ die mittleren Kronendurchmesser und d und d′ die mittleren Stammdurchmesser zweier verschieden alter Bestände bedeuten. Da sich der Stammgrundflächenzuwachs der Einzelstämme (z) bei gleicher Jahrringsbreite wie der Stammdurchmesser verhält, also $\frac{z}{z'} = \frac{d}{d'}$, und da $\frac{d}{d'} = \frac{D}{D'}$, so ist auch $\frac{z}{z'} = \frac{D}{D'}$, d. h. der Zuwachs des Einzelstammes verändert sich bei zunehmendem Kronendurchmesser, aber gleichbleibender Jahrringsbreite wie der Kronendurchmesser.

Die Richtigkeit vorstehender Ausführungen vorausgesetzt, muß auch mit abnehmender Stammzahl in geschlossenen Hochwaldbeständen die Laub- bzw. Nadelmenge abnehmen. Diese Folgerung stimmt mit der Wahrnehmung überein, daß die Bestände, je stammärmer sie werden, um so mehr Licht durch das Kronendach hindurchlassen.

Ebenso wie der Zuwachsgang des Einzelstammes nicht vom Baumalter abhängig ist, so auch nicht der Zuwachs des Bestandes vom Bestandesalter. Wie vorhin ausgeführt, hängt in älteren Beständen der Massenzuwachs vom Stammgrundflächenzuwachs, dieser vom Stammumfang je Hektar ab, der Stammumfang aber wird durch Standort, Holzart und Wirtschaftsart bestimmt. Zwei gleich alte Bestände auf gleichem Standort können ganz verschiedenen Baumumfang und daher auch ganz verschiedenen Grundflächen-

und Massenzuwachs haben. Zur richtigen Würdigung der Wachstumsleistung eines älteren Bestandes kommt es daher nicht auf die Kenntnis des Bestandesalters sondern des Stammumfanges je Hektar, der mittleren Jahrringsbreite und der Höhe des Bestandes an.[1] Es ist dringend zu wünschen, daß das Bestandesalter nur zur ersten, ganz allgemeinen Orientierung über die Hiebsreife eines Bestandes benutzt wird, etwa in dem Sinne, daß z. B. ein 60jähriger Kiefernbestand im allgemeinen noch nicht als hiebsreif, ein 160jähriger Kiefernbestand im allgemeinen als überhiebsreif angesehen wird. Die endgültige Entscheidung über die Hiebsreife der einzelnen Bestände sollte aber nur auf Grund der für jeden einzelnen Bestand festgestellten Verwertbarkeit und Wachstumsleistung erfolgen. Der preußische Entwurf zur Betriebsregelung fordert nur eine Angabe der Standortsgüte, des Alters und der Gesundheit; die Stärke des Holzes und der tatsächliche Zuwachs haben in jenem Entwurf leider keine Berücksichtigung gefunden.

Standortsklasse. Was ist die „Standortsklasse" der preußischen Anweisung? In der bayerischen Anweisung heißt dasselbe Ding „Bestandesbonität", Schwappach nennt es in der Kiefernertragstafel von 1889 „Bonität", in der von 1896 „Ertragsklasse", in der neuesten von 1908 „Standortsklasse". Auch andere forstliche Autoren gebrauchen bald diesen, bald jenen Ausdruck. Daraus dürfte hervorgehen, daß die Vorstellungen, welche mit jenen Bezeichnungen verbunden werden, schwankende sind, und eine Klärung dringend nötig ist. Der offizielle Ausdruck der preußischen Anleitung „Standortsklasse" deutet auf eine Einschätzung der Fruchtbarkeit des Standortes. Bei dem gegenwärtigen Stande unserer bodenkundlichen und pflanzenphysiologischen Kenntnisse sind wir leider zurzeit nicht in der Lage, aus den einzelnen Eigenschaften eines Standortes auf die Größe der Wachstumsleistung einer bestimmten Holzart zu schließen. Die Fruchtbarkeit des Standortes hängt vom allgemeinen und dem besonderen Klima der örtlichen Lage (Exposition, Höhenlage, Umgebung usw.) ab, ferner von den verschiedenen physikalischen Eigenschaften des Bodens (Feuchtigkeit, Durchlüftung, Festigkeit usw.) und vom Gehalt an aufnehmbaren Nährstoffen (Kali, Kalk, Phosphorsäure, Stickstoff usw.). Wird für jeden der vorstehend benannten Standortsfaktoren ein für die Pflanzenernährung günstiger, mittlerer und ungünstiger Zustand oder Vorrat

[1] Der Stammumfang je Hektar wird ausreichend genau nach den Formeln: $n \cdot d \cdot 3{,}1$ oder $\frac{G}{\frac{1}{4} d}$ ermittelt (n = Stammzahl, G = Stammgrundfläche je Hektar, d = mittl. Bestandesdurchmesser). Als mittlere Jahrringsbreite des laufenden Zuwachses kann das bekannte $\frac{1}{n}$ der Schneiderschen Formel (n = Anzahl der Jahresringe, welche auf einen Außenzentimeter gehen) an dem Bestandesmittelstamm gelten. Das n wird am einfachsten und genügend genau als arithmetischer Durchschnitt der Untersuchungsresultate an etwa 10 bis 15 Stämmen von der ungefähren Stärke des Bestandesmittelstamms berechnet.

angenommen, so ergeben sich ungefähr 200 000 mögliche Kombinationen. Für diese den Fruchtbarkeitsgrad des Standortes wissenschaftlich oder praktisch festzulegen, ist natürlich unmöglich. Dazu kommt, daß die Ermittlung der Menge an Nährstoffen, welche die Wurzeln der einzelnen Holzarten aus dem Boden aufzunehmen vermögen, noch ein ungelöstes Problem ist, daß es ferner ein fast aussichtsloses Unternehmen ist, denjenigen Fruchtbarkeitsfaktor (Wärme, Licht, Feuchtigkeit, verschiedene Nährstoffe usw.) zu ermitteln, welcher sich auf einem gegebenen Standorte im Minimum befindet und dessen Intensität oder Vorrat daher für den Grad der Fruchtbarkeit entscheidend ist. Selbstverständlich ist es möglich, durch physikalische oder chemische Bodenanalyse festzustellen, welcher von zwei Standorten der fruchtbare sein muß, wenn sie bezüglich aller Eigenschaften bis auf eine übereinstimmen. Aber schon bei einer Verschiedenheit von zwei Eigenschaften ist ein Urteil ohne Vegetationsversuch sehr unsicher. Schönberg hat im Novemberheft 1910 der Ztschr. f. Forst- u. Jagdw. die Ergebnisse seiner Analysen verschiedener Böden der Oberförstereien Freienwalde und Biesenthal mitgeteilt. Die Böden hatten verschiedenen Gehalt an Nährsalzen, der Standort verschieden hohen Grundwasserstand. Der Kulturversuch, d. h. die auf den Böden stockenden Bestände, bewiesen, daß in diesem Falle der mineralisch ärmere Boden der fruchtbarere war, die Höhe des Grundwasserstandes war hier ausschlaggebend für das Wachstum der Kiefern. Vor Jahren veröffentlichte Ramann in dieser Zeitschrift die Resultate von Bodenuntersuchungen, gleichfalls aus der Oberförsterei Biesenthal, und stellte fest, daß das bessere Bestandeswachstum auf dem trockeneren Boden angetroffen wurde. Emmerling[1]) teilt nachfolgende Durchschnittswerte zahlreicher Bodenanalysen von landwirtschaftlichen Böden mit:

Anzahl der Analysen	Bodenklasse	Stickstoff	Phosphorsäure	Kali	Kalk
		Prozente			
9	Sandboden 4. Klasse	0,143	0,070	0,019	0,094
11	„ 5. „	0,136	0,049	0,017	0,067
9	„ 6. „	0,193	0,080	0,026	0,073

Nach diesen Analysen ergibt sich für die 6. Bodenklasse ein erheblich größerer Reichtum an Stickstoff, Phosphorsäure, Kali und Kalk als für die 5. Bodenklasse, und die 4. Klasse ist ärmer an Stickstoff, Phosphorsäure und Kali als die 6. Klasse. Chemische Analysen von Waldböden haben gleichfalls sehr häufig zu Ergebnissen geführt, die ihre Unbrauchbarkeit zur Einschätzung fester Ertragsklassen schlagend beweisen.

Auch die Punktierverfahren von Birnbaum und von Krafft, nach welchen jede Bodeneigenschaft mit einer verschiedenen Anzahl von Punkten

[1]) Emmerling, Eine Festschrift, Kiel 1895.

bewertet wird, die Punkte zusammengezählt werden und aus der Summe der Punkte die Ertragsklasse hergeleitet wird, können zu keinen brauchbaren Resultaten führen, weil die einzelnen Standortseigenschaften bei verschiedenen Kombinationen ganz verschiedenen Wert für die Fruchtbarkeit besitzen. Statt alle Standortsfaktoren bei der Beurteilung der Standortsgüte zu berücksichtigen, will sich Mitscherlich nur nach der Benetzungswärme bezw. Hygroskopizität, Albert (nach Remys Vorschlag) nach dem Peptonspaltungsvermögen des Bodens, Wagner nach der Breite des Absorptionsstreifens im Spektrum des durch Blätter hindurchgegangenen Lichtes richten. Von keinem dieser Verfahren ist bis jetzt nachgewiesen, daß es geeignet sei, als Maßstab für eine Einschätzung einzelner Standorte in festbegrenzte Fruchtbarkeitsklassen bestimmter Holzarten zu dienen. Wenn wir von einer II. Kiefernstandortsklasse (nach Schwappach, 1908) sprechen, so verstehen wir darunter einen Standort, auf dem in 100 Jahren zwischen 580 und 710, im Mittel 640 fm Kiefernderbholz erwachsen; die III. Standortsklasse soll eine Wachstumsleistung zwischen 450 und 580, im Mittel 520 fm aufweisen. Nun kann man wohl von einem groben, wenig Feinerde enthaltenden Kiesboden mit sehr tiefem Grundwasserstande sagen, daß auf ihm in 100 Jahren keine 450 fm Holz wachsen werden, daß er also schlechter als III. Klasse ist, aber niemand wird imstande sein, von einem mittelkörnigen Sandboden mittleren Feuchtigkeitsgrades ohne Kulturversuch, d. h. ohne Besichtigung des aufstehenden Holzes, anzugeben, ob auf ihm in 100 Jahren 440, 520 oder 600 fm Derbholz wachsen werden, ob er also zur II., III. oder IV. Ertragsklasse gehört. Wenn trotzdem alle Standorte eingeschätzt werden, so ist das nur dadurch möglich, daß wir nicht den Standort nach seinen Eigenschaften, sondern die aufstehenden Bestände nach ihrer Wüchsigkeit schätzen. Was der Forstmann feststellt, ist nicht die Fruchtbarkeitsklasse des Standortes, sondern der Wüchsigkeitsgrad des vorhandenen Bestandes. Wenn beides übereinstimmte, wäre es schließlich kein Fehler, die eingeschätzte Klasse eine „Standortsklasse" zu nennen. Es gibt aber viele Bestände, die auf Standorten stocken, welche eine höhere als die vorhandene Wachstumsleistung der gegebenen Holzart ermöglichen würden, wenn eine andere Wirtschaft geführt oder der Eintritt äußerer störender Einflüsse verhindert wäre. Der Wüchsigkeitsgrad eines Bestandes ist daher immer nur als der unterste Grad der Fruchtbarkeit seines Standortes anzusehen, oft ist der letztere größer als der erste. Darum ist die Gleichstellung derselben unrichtig. Durch die Wahl des Ausdruckes „Standortsklasse" wird die zu falschen Schlüssen führende irrtümliche Vorstellung von der Übereinstimmung der beiden Einschätzungen hervorgerufen.

Um die Gesamtleistung eines Bestandes zu ermitteln, muß man seinen gegenwärtigen Vorrat und seine bisherigen Durchforstungserträge kennen. Handelt es sich um die Schätzung eines jüngeren Bestandes, und sind die

Ertragsklassen nach der Gesamtleistung während eines 100jährigen Zeitraumes abgestuft, muß man auch noch den Zuwachs des Bestandes bis zu seinem 100 jährigen Alter einschätzen. Diese Feststellungen sind in keinem Falle auch nur mit annähernder Sicherheit zur Ausführung zu bringen. Daher ist man allmählich ganz davon abgekommen, die Leistungsfähigkeit des Bestandes nach dem Massenzuwachs zu schätzen und bestimmt die „Bonität" nach dem Höhenwachstum. So bildet Grundner[1]) „fünf Standorts-(Höhen-)Klassen" nach den Hauptbestandshöhen im 100. Jahre: I. Klasse 32,0 m, II. Klasse 28,5 m usw. Für die Bestandeshöhenstufen I bis V sind dann mittels Durchschnittsberechnungen oder graphischer Ausgleichungen die mittleren Stammgrundflächen und Bestandesformzahlen ermittelt. Nachdem mit Hilfe der Höhenanalysen auch für die jüngeren Altersstufen aller fünf Bonitäten die Bestandeshöhen festgelegt, die zugehörigen Stammgrundflächen, Formzahlen und Massen auf Grund statistischer Erhebungen in verschieden alten Beständen berechnet und auf ähnlicher Weise die Durchforstungserträge bestimmt waren, konnte man schließlich auch den Zuwachsgang der Bestände verschiedener Bonität und verschiedenen Alters berechnen. Wir haben es also tatsächlich nicht mit „Standortsklassen", auch nicht mit „Ertragsklassen", sondern mit Bestandeshöhenklassen zu tun und sollten dementsprechend bei den Bestandesbeschreibungen nur von „Höhenklassen" sprechen. Das Wort muß dem Begriff, welcher mit ihm verbunden ist, angepaßt sein, damit Irrtümer vermieden werden. Der Irrtum, welcher durch den Ausdruck „Ertragsklasse" herbeigeführt werden kann, besteht in der Annahme, daß Bestände einer bestimmten Höhenklasse den in den Ertragstafeln für die Höhenklasse berechneten Zuwachs haben müßten, daß also das Bonitieren der Bestände nach den Höhenstufen der Ertragstafeln zugleich ein Bonitieren der Zuwachsleistungen der Bestände sei. Schwappach hat in der Kiefernertragstafel von 1908 den Derbholzzuwachs mitgeteilt, welcher während einer 20 bis 30 jährigen Zuwachsperiode auf den normalen Probeflächen stattgefunden hat, die seinen Ertragstafeln zugrunde gelegt sind. Man sollte annehmen, daß bei diesen Beständen eine annähernde Übereinstimmung zwischen den Bestandeshöhen und dem Bestandeszuwachs vorhanden sein würde, weil die Bestände als „normale" ausgesucht sind und für die Ertragstafeln alles nötige Grundlagenmaterial geliefert haben. Werden die von Schwappach nach der Höhe bonitierten Probebestände nach ihrem 20 bis 30 jährigen Derbholzzuwachs im Anhalt an die Zuwachsangaben für die Bonitäten in der Schwappachschen Ertragstafel bonitiert, so ergibt sich: Von 51 Beständen der I. Höhenklasse haben 34 den Zuwachs der I., 9 der II., 5 der III., 2 der IV., 1 der V. Klasse; von 39 Beständen der II. Höhenklasse haben 11 den Zuwachs

---

[1]) Untersuchungen im Buchenhochwald von Dr. F. Grundner, 1904.

der I., 12 der II., 9 der III., 1 der IV., 6 der V. Klasse; von 22 Beständen der III. Höhenklasse haben 6 den Zuwachs der I., 5 der II, 2 der III, 5 der IV., 4 der V. Klasse; von 23 Beständen der IV. Höhenklasse haben 2 den Zuwachs der I., 2 der II., 4 der III., 4 der IV. und 11 der V. Klasse; von 8 Beständen der V. Höhenklasse haben 1 den Zuwachs der II., 7 der V. Klasse. Von im ganzen 143 normalen Probebeständen haben also nur 59 Bestände denjenigen Zuwachs, welcher ihnen nach den Ertragstafeln zukommt. 53 Bestände gehören nach ihrem Zuwachs in eine niedrigere Klasse, 31 in eine höhere. Da kann von einer Übereinstimmung der Höhenklassen mit Ertragsklassen keine Rede sein. Grundner hat in seinen „Untersuchungen im Buchenhochwalde" selbst darauf hingewiesen, daß die Zuwachsuntersuchungen auf den 144 normalen Buchenprobeflächen der Braunschweigschen forstlichen Versuchsanstalt in zahlreichen Fällen einen Grundflächenzuwachs ergeben hätten (der Massenzuwachs ist nicht angegeben), welcher mit dem Normalzuwachs der entsprechenden Höhenstufen nicht in Übereinstimmung stände. Das Gleiche ergibt sich aus einem Vergleich der in der Loreyschen Fichtenertragstafel von 1899 angegebenen Zuwachsgrößen auf den Probeflächen mit dem Zuwachs, der in den Normalertragstafeln angegeben ist. Unter diesen Umständen dürfen wir bei unserer gegenwärtigen Art der Bonitierung nur von Höhenklassen, nicht von Ertragsklassen sprechen, und dürfen nicht glauben, den Zuwachs eines Bestandes richtig anzugeben, wenn wir ihn aus den Ertragstafeln nach Maßgabe der Höhe, des Alters und des Vollbestandsfaktors des Bestandes ablesen. — Die Benutzung der in den Ertragstafeln angegebenen Zuwachsprozente kann zu besseren Resultaten nicht führen, da die Zuwachsprozente von der Art der Wirtschaftsführung bezw. von dem Bestandesschluß abhängig sind, und in den Ertragstafeln die Prozente nur für einen Bestandesschluß, bezw. für eine Durchforstungsart angegeben sind, so daß die Berücksichtigung eines abweichenden Bestandesschlusses unmöglich ist. — Das Mißtrauen gegen den Zuwachsverlauf in den Ertragstafeln wird noch dadurch gesteigert, daß der mittlere Durchschnitt der auf den Ertragsprobeflächen erhobenen, tatsächlichen Zuwachsgrößen in den jüngeren und höheren Altersstufen von den durch Rechnung gefundenen Zuwachsangaben der Ertragstafeln vielfach recht erheblich abweicht. Wenn man den Derbholzzuwachs der in den Schwappachschen Buchenertragstafeln aufgeführten und zur Konstruktion der Ertragstafeln benutzten 7 Probeflächen II. Bonität über 100 Jahre alt mit Hilfe der in den Schwappachschen Tafeln angegebenen Zuwachsprozente für die letzten 10 Jahre berechnet, so erhält man für die 7 ha einen 10 jährigen Zuwachs von 5177 fm, berechnet man aber den Zuwachs nach den Ergebnissen der von der Versuchsstation auf jenen Flächen ausgeführten Vorratsermittlungen, so beträgt er 6643 fm, also 28 % mehr. Die 7 Kiefernertragsprobeflächen III. Bonität über 100 Jahre alt der

Schwappachschen Kiefernertragstafel von 1908 sollen nach den Zuwachsprozenten der Schwappachschen Ertragstafel während der letzten 10 Jahre einen Derbholzzuwachs von 3083 fm gehabt haben, nach den örtlichen Erhebungen aber 3961 fm, also gleichfalls 28 % mehr. Dagegen bleiben die Durchschnitte der auf den Probeflächen erhobenen Zuwachsgrößen in den jüngeren Beständen hinter dem Zuwachssoll der Schwappachschen Ertragstafeln für Kiefer, Fichte, Buche zurück. Offenbar muß bei der Konstruktion der Ertragstafeln das Abstimmen der Grundflächen, Formzahlen, Höhen, Massen für Hauptbestand oder Nebenbestand zur Annahme von Altersreihen dieser Größen geführt haben, welche der wirklichen, durchschnittlichen Entwicklung nicht entsprechen, so daß sich rechnerisch Zuwachsgrößen ergeben mußten, welche mit den Befunden auf den Ertragsprobeflächen nicht übereinstimmen. Wir dürfen daher zurzeit aus den Schwappachschen Ertragstafeln nur die eine Zuwachslehre entnehmen, daß der laufende Zuwachs in einem frühen Alter kulminiert und dann mit der Abnahme der Stammzahl langsam zurückgeht. Der in den Tafeln angegebene Zeitpunkt der Kulmination des laufenden Zuwachses und des durchschnittlichen Gesamtzuwachses, ferner die zahlenmäßigen Angaben über die Zuwachsgrößen in den verschiedenen Altersstufen und Bonitäten müssen solange beanstandet werden, als sie mit den Befunden auf den eigenen Probeflächen der Preußischen forstlichen Versuchsanstalt in offenbarem Widerspruch stehen. Diese Vorsicht ist auch noch aus dem Grunde geboten, weil die Ertragstafeln, welche Schwappach zu verschiedenen Zeiten für die gleiche Holzart aufgestellt hat, in sich stark voneinander abweichen und mit den Ertragstafeln, welche andere Autoren für die gleiche Holzart aufgestellt haben, wenig harmonieren. Soll man glauben, daß die Ertragstafeln den gesetzmäßigen Zuwachsgang normaler Hochwaldbestände wiedergeben, so darf nicht jede neue Bearbeitung der Ertragstafeln zu abweichenden Ergebnissen führen. Allerdings ergeben sich aus veränderten Durchforstungsgrundsätzen veränderte Vorratsgrößen, Stammzahlen, Stammgrundflächen, auch ein veränderter Verlauf der Durchforstungsergebnisse, aber der laufende Zuwachs der Bestände soll nach Schwappachs eigenen Lehren durch Verschiedenheiten des Durchforstungsbetriebes nicht beeinflußt werden, und gerade die Verschiedenheit des laufenden Zuwachses in den verschiedenen Auflagen der Ertragstafel machen bedenklich, ob schon jetzt der richtige gesetzmäßige Zuwachsgang aufgefunden ist.

Ich verkenne nicht, daß es eine sehr schwere Aufgabe ist, die verschiedenen Kurven für Stammgrundfläche, Stammzahl, Formzahl, Höhe, Vorrat, Durchforstung Zuwachs so abzustimmen, daß in den Rechnungsresultaten keine Unstimmigkeiten und widernatürlichen Sprünge zu Tage treten, aber eine für den allgemeinen Gebrauch bestimmte, veröffentlichte Ertragstafel sollte im wichtigsten Punkte, nämlich in bezug auf den Verlauf und die

Größe des Zuwachses, keine erheblichen Widersprüche mit den Ergebnissen der eigenen zahlreichen und exakten Beobachtungen der Versuchsanstalt enthalten.

Für die Bestandesgeschichte hat die Angabe einer Höhenklasse (Standorts-, Bestandesklasse) keinerlei Bedeutung. Wenn in der Bestandesgeschichte direkt die Bestandeshöhen angegeben sind, welche zu den verschiedenen Zeiten ermittelt wurden, so weiß man später genug, um sich ein Bild von dem früheren Zustand und der Entwicklung eines Bestandes zu machen. Zu wissen, in welche Klasse früher einmal ein Forstmann den Bestand eingeschätzt hat, ist in Anbetracht des wechselnden Schätzungsmaßstabes für spätere Generationen ohne Wert.

Vollbestandesfaktor. Nach dem preußischen Entwurf der Anweisung zur Betriebsregelung soll der Vollbestandesfaktor oder Bestockungsgrad das Verhältnis des wirklichen Vorrats zum Normalvorrat (nach der Ertragstafel) angeben. Da der zum Vergleich zu ziehende Normalbestand nach dem Alter und der Höhe des wirklichen Bestandes ausgesucht wird, und da zur Massenermittlung in den konkreten Beständen ungefähr die gleichen Formzahlen verwandt werden als den Durchschnittsmassen der Ertragstafeln zugrunde liegen, so ist der Unterschied in der Masse des wirklichen und des Normalbestandes nur durch die Verschiedenheit der Stammgrundfläche bedingt, und zwar stehen die Massen in dem gleichen Verhältnis zu einander wie die Stammgrundflächen. Der Vollbestandesfaktor ist daher das Verhältnis der wirklichen Stammgrundfläche zur normalen. Dieses Verhältnis kann durch Schätzung oder durch Kluppen und Berechnung ermittelt werden. Das Schätzen des Vollbestandesfaktors ist eine schwierige Aufgabe, weil die wirkliche Stammgrundfläche nicht allein von der Bestandesdichte, dem Schluß der Baumkronen, sondern auch von der Stärke der Stämme abhängig ist. Es ist meist schwer zu schätzen, ob und wie weit der Vorteil des Stammreichtums durch einen geringen Durchmesser und der Nachteil der Stammarmut durch einen starken Durchmesser wieder ausgeglichen werden. Eine richtige Schätzung wird aber am meisten dadurch erschwert, daß verschiedene Normalertragstafel für die gleiche Holzart sehr verschiedene Stammgrundflächen als die „normale" Grundfläche angeben. So finden wir z. B. für hundertjährige Kiefern III. Bonität folgende Angaben: Weise, 1880 — 35,5 qm —, Schwappach, 1889 — 37,2 qm —, derselbe, 1896 — 35,0 qm —, derselbe, 1908 – 30,1 qm —, Vorkampf-Laue, 1894 — 38,3 qm. Für 100jährige Fichten III. Bonität: Lorey, 1899 — 48,3 qm —, Schwappach, 1890 — 50,4 qm —, derselbe, 1902 — 38,4 qm. Bei diesen starken Schwankungen des in den Ertragstafeln niedergelegten Maßstabes für die Berechnung bzw. Schätzung des Vollbestandesfaktors ist eine Verständigung der deutschen Forstleute verschiedener Gegenden und Zeiten eine schwierige

Sache. Schwappachs „normaler" Kiefernprobebestand Nr. 106[1]) (102-jährig mit 38,46 qm Stammgrundfläche) hatte nach Schwappachs Tafel von 1889 einen Vollbestandesfaktor von **1,0**, nach der Tafel von 1896 1,1 und der von 1908 **1,3**. Der Vollbestandesfaktor des Bestandes 107 (103-jährig 41,14 qm Stammgrundfläche) steigt von 1,1 nach der Tafel von 1889 auf **1,4** nach der Tafel von 1908, der Vollbestandesfaktor des Bestandes 108 (99jährige 28,83 qm Stammgrundfläche) von 0,8 auf 1,0. — Der Schwappachsche Fichtenbestand 78[2]) (101jährig 38 qm Stammgrundfläche) hat nach der Schwappachschen Fichtenertragstafel von 1890 einen Vollbestandesfaktor von **0,8**, nach der von 1902 **1,0** Der Bestand 79 (103jährig 44,43 qm Stammgrundfläche) hat den Vollbestandesfaktor 0,9 bzw. 1,2, der Bestand 80 0,8 bzw. 1,1, der Bestand 81 1,0 bzw. 1,3 und **der Bestand 82 (101jährige) 1,2** bzw. **1,5**.

Hatte sich ein preußischer Forstbeamter auf das Einschätzen des Vollbestandesfaktors in Kiefernbeständen nach der Ertragstafel der preußischen Versuchsanstalt von 1888 und in Fichtenbeständen nach der Ertragstafel von 1890 eingeübt, so mußte er in Kiefernbeständen 1896 und 1908, in Fichtenbeständen 1902 umlernen. Bilder, die man der Erinnerung durch häufige Wiederholung eingeprägt hat, um sie als Maßstab bei Schätzungen zu verwenden, lassen sich nicht wie die Kreide von der Wandtafel wegwischen und durch neue Bilder ersetzen. In der Erinnerung kämpfen die alten Bilder mit den neuen, so daß das Urteil unsicher wird. Hat denn nun aber der fortgesetzte Wechsel des in den Ertragstafeln festgelegten Maßstabes jetzt sein Ende erreicht? Keineswegs! Denn die Stammgrundfläche eines Bestandes hängt von der Wirtschaftsart, insbesondere von der Art der Durchforstung ab. Die Frage, welcher Durchforstungsgrad der wirtschaftlich richtige ist, kann trotz des vielen Redens und Schreibens über diesen Gegenstand noch nicht als endgültig entschieden angesehen werden. Daher ist auch die Frage nach dem zweckmäßigsten Ausmaß der Stammgrundfläche in den verschiedenen Altersstufen und Bonitäten noch nicht als geklärt anzusehen. Schließlich sei noch bemerkt, daß es der großen Mehrzahl der mit Forsteinrichtung beschäftigten Forstleute sehr schwer fällt, normale Kiefern- oder Fichtenbestände zu 1,2 bis 1,3 oder gar 1,5 vollbestanden einzuschätzen, was aber zuweilen nötig wird, wenn die neuesten Schwappachschen Tafeln bei der Schätzung als Anhalt dienen sollen. Um grobe Unrichtigkeiten des Vollbestandesfaktors in Zehntel des Normalvorrats oder der Normalstammgrundfläche nach einer bestimmten Ertragstafel zu vermeiden, erscheint es notwendig, die wirkliche Stammgrundfläche mehrerer typischer Bestände des Reviers durch Kluppen zu ermitteln. Kennt man aber die Stammgrundfläche, hat man nicht mehr nötig, den Vollbestandes-

[1]) Kiefernertragstafel, Schwappach, 1908, Seite 36.

[2]) Fichtenertragstafel, Schwappach, 1902, Seite 64.

faktor zu berechnen, denn die Masse eines Bestandes berechnet sich ebenso leicht aus der Stammgrundfläche, aus der Bestandeshöhe und den in den Schwappach-Grundnerschen Massentafeln angegebenen Bestandesformzahlen als aus dem Vollbestandesfaktor und dem Vorrat der Ertragstafel. Letzteres Resultat bleibt sogar an Richtigkeit hinter dem ersteren zurück, weil ihm nicht die wirkliche Bestandeshöhe, sondern die mittlere Bestandeshöhe der betreffenden Bonität zugrunde liegt. In der Regel ist die wirkliche Bestandeshöhe größer oder niedriger als die in der Ertragstafel angegebene.

Die Kenntnis des Vollbestandesfaktors in jüngeren Beständen ist für die Betriebsregelung ohne Wert, da der Ertrag der Bestände zur Zeit der Haubarkeit viel mehr von der Wirtschaftsführung als von ihrem früheren Vollbestandesfaktor abhängig ist. Lichte Stangenorte können bei vorsichtiger Durchforstung zu geschlossenen Altholzbeständen zusammenwachsen, und ausgeschlossenen Stangenorten können infolge späterer kräftiger Durchforstungen oder Lichtungen lichte Altholzbestände werden. Bei älteren Beständen, deren Hiebsreife gelegentlich der Betriebsregelung in Frage kommt, ist aber nicht der Vollbestandesfaktor nach irgend einer Ertragstafel, sondern die gegenwärtige Nutzbarkeit und der laufende Wertszuwachs entscheidend für die Entschließung.

Um für die wirtschaftliche Behandlung eines Bestandes während des nächsten Wirtschaftszeitraums zweckmäßige Vorschläge machen zu können, muß man die Kronenspannung oder den Kronenschluß beachten. Letzterer wird nicht durch den Vollbestandsfaktor zutreffend gekennzeichnet, da z. B. der Vollbestandsfaktor 1,0 nach den neuesten Schwappachschen Ertragstafeln nicht den Beständen mit vollem Kronenschluß zukommt. Der Kronenschluß läßt sich zahlenmäßig nicht angeben, denn er kann nicht ausgemessen werden, er muß geschätzt und beschrieben werden. Es dürften etwa folgende Grade des Bestandesschlusses zu unterscheiden sein: gedrängt (Baumkronen hochangesetzt und klein, vollgeschlossen), geschlossen (Baumkronen der herrschenden Stämme von mittlerer Länge und Breite, voll geschlossen), locker (Baumkronen von mittlerer Länge und Breite, die Mehrzahl der Kronen hat Raum, sich seitlich zu entwickeln, ohne größere Bestandeslücken), lückig (im Bestand zahlreiche einzelne Lücken, auf denen herrschende Stämme Platz finden könnten), licht (die Kronen der meisten Bäume sind von Lücken umgeben), raum (die überschirmte Fläche beträgt weniger als 0,5 der ganzen Fläche).

Bei einer Schilderung des Kronenschlusses nach vorstehend angegebenen Gesichtspunkten sind Fehler so gut wie ausgeschlossen und das durch sie gegebene Bild von der Durchforstungs- oder Hiebsbedürftigkeit der Bestände ist klarer als das, welches man sich nach dem unsicheren Vollbestandsfaktor machen kann.

Für die Bestandesgeschichte ist die Angabe des Vollbestandsfaktors überflüssig, denn für die spätere Beurteilung der Entwicklung eines Bestandes ist es ganz gleichgültig, welche Stammgrundfläche oder welchen Vorrat irgend ein forstlicher Schriftsteller früher einmal für normal gehalten hat. Dagegen kann die Schilderung des Kronenschlusses nicht entbehrt werden, um zu einem vollen Verständnis des jeweiligen Bestandes- und Bodenzustandes zu gelangen. Auch auf dem Gebiete der Forsteinrichtung hat der Vollbestandsfaktor nur einen zweifelhaften Wert, weil die Normalität der Bestände ein schwankender Begriff ist. Je mehr wir uns von der Herrschaft der Normalität frei machen, desto mehr werden wir die individuellen Eigenschaften der einzelnen Bestände würdigen und zu einer freien Bestandeswirtschaft gelangen. Die Ertragstafeln sind aus den Aufnahmeresultaten von Beständen hergeleitet, welche vor unserer Zeit begründet und nach früheren Grundsätzen bewirtschaftet sind. Je mehr wir streben, in der Waldbautechnik zu Fortschritten zu gelangen, je weiter wir uns von den früheren Wirtschaftsgrundsätzen entfernen, um so unzutreffender wird für uns der in den Ertragstafeln aus früheren Zeiten herauskonstruierte Normalitätsbegriff, umsoweniger dürfen wir uns durch diese Normalität beherrschen lassen.

Mittlerer Bestandesdurchmesser. Nach der bayerischen Anweisung zur Forsteinrichtung gehört die Angabe des mittleren Bestandesdurchmessers mit zur Bestandesbeschreibung. Die Kenntnis der Baumstärken ist nötig, um den Wert und die Hiebsreife eines Bestandes zu beurteilen. Der mittlere Bestandesdurchmesser ist außer von Bonität und Alter auch von der Stammzahl abhängig. Je größer die Stammzahl, je mehr eingeklemmte, unterdrückte Stämme in einem Bestande stehen, um so geringer ist der mittlere Durchmesser. Diese überflüssigen, schwachen Stämme beeinflussen aber den Bestandeswert nur gering, die starken Stämme des herrschenden Bestandes geben den Ausschlag. Daher ist es zweckmäßiger, nicht von allen Stämmen, sondern nur von den 200 stärksten Stämmen pro Hektar den mittleren Durchmesser und von den gleichen Stämmen den Zuwachs zu ermitteln. Werden in der Bestandesgeschichte die mittleren Durchmesser und mittleren Jahrringsbreiten der 200 stärksten Stämme pro Hektar von Zeit zu Zeit aufgezeichnet, so ist man in der Lage, die Entwicklung dieses wichtigsten Teils des Bestandes und den Verlauf der Zuwachsenergie genau zu verfolgen. Werden aber die mittleren Durchmesser des ganzen Bestandes angegeben, so kann man die tatsächliche Durchmesserzunahme der einzelnen Stämme nnd Stammgruppen nicht beurteilen, weil jeder Berechnung des mittleren Durchmessers eine andere Stammzahl zugrunde liegt. — Wenn z. B. in der Buchenertragstafel von Grundner der mittlere Bestandesdurchmesser III. Bonität vom 90. bis 100. Jahre von 25,8 auf 28,9 cm steigt, so hat der Mittelstamm nicht etwa einen Zuwachs von 3,1 cm,

sondern nur von 1,4 cm gehabt, 1,7 cm entfallen auf die Steigerung des mittleren Durchmessers infolge Aushiebs schwacher Stämme.

Die Standorts- und Bestandesbeschreibungen werden oft als ein unnötiger Ballast der Betriebsregelungen angesehen. Man ist daher vielerorts, so namentlich im Entwurf der preußischen Anleitung zur Betriebsregelung bemüht, sie bis auf das dringend Notwendigste zu beschneiden. In dem Betriebsplan können sie ganz fehlen, dafür müssen sie aber der wichtigste Teil der Bestandesgeschichte werden. Die Bestandesgeschichte soll der Weiterentwicklung unserer Forstwirtschaft dienen. Um dieses hohe Ziel zu erreichen, darf man nicht Kürze, sondern muß Vollständigkeit und Klarheit der Standorts- und Bestandesbeschreibung zum leitenden Grundsatz machen.

Beiträge zur Kenntnis des Klimas von Münden.

Von Professor Dr. Hornberger.

Im Folgenden soll über einige klimatologische Ergebnisse der seit einer Reihe von Jahren hierselbst gemachten meteorologischen Beobachtungen berichtet werden, und zwar sind es Mittel aus teils fünf-, teils zehnjährigen Aufzeichnungen, die diesen Darstellungen zugrunde liegen.[1])

A. Die Windrichtungen.

Zunächst sei die Häufigkeit der Windrichtungen in Münden nach 5 jährigen (die Jahre 1905 bis 1909 umfassenden) täglich dreimaligen Beobachtungen (morgens 8 Uhr, nachmittags 2 Uhr, abends 8 Uhr) mitgeteilt. Die Ablesungen sind von der 16 teiligen auf die 8 teilige Windrose reduziert und zwar in der Weise, daß die Zwischenrichtungen nicht zu gleichen Teilen auf die Hauptrichtungen gelegt wurden, sondern in Teilen proportional der Häufigkeit der Hauptrichtungen.

Die Lage der Luvseite ist durch fetten Druck der betreffenden Zahlen kenntlich gemacht, d. h. von je zwei entgegengesetzten Windrichtungen ist immer die größere Häufigkeitszahl fett gedruckt.

Wegen der ungleichen Länge der Monate sind die Häufigkeiten in Prozenten der Zahl der Beobachtungstage ausgedrückt. Die Zahlen in der Tabelle besagen also, an wieviel Tagen in 100 Tagen der betreffende Wind zu dem angegebenen Termine weht. (s. Tab. 1.)

Die Luftbewegung ist in Münden durch das ganze Jahr um Mittag am lebhaftesten, morgens sind Windstillen häufiger als mittags, und des Abends sind sie, mit Ausnahme der Monate November und Dezember, am

---

[1]) Weshalb die Reihe der verwendeten Beobachtungsjahre nicht größer ist, siehe am Schluß.

häufigsten. Am meisten trifft dies in den Sommermonaten zu, wo Windstillen um Mittag fast ganz fehlen, auch morgens selten sind.

Dem entspricht auch, daß im Jahresdurchschnitt mehr Windrichtungen ihr Häufigkeitsmaximum auf den Mittag als auf einen andern Termin haben.

Tab. 1. Häufigkeit der Windrichtungen und Stillen in Prozenten der Zahl der Beobachtungstage.

	N	NE	E[1]	SE	S	SW	W	NW	C[2]
					morgens 8 Uhr				
Januar	3,5	14,0	5,1	—	—	27,5	28,5	3,3	18,1
Februar	6,7	10,8	2,0	1,6	3,2	22,2	27,8	3,8	21,9
März	7,9	9,1	9,4	—	—	26,7	29,0	3,0	14,8
April	6,6	22,6	5,3	1,4	—	23,1	26,6	8,2	6,2
Mai	19,0	12,7	3,3	0,6	2,5	23,1	20,6	14,3	3,9
Juni	17,1	16,7	1,3	—	2,3	23,5	29,5	8,2	1,4
Juli	13,4	7,3	2,2	—	0,7	27,7	31,7	15,1	1,9
August	16,2	1,8	0,7	0,7	—	42,6	31,6	4,4	2,0
September . . .	13,9	15,5	5,5	—	2,2	22,6	23,3	6,7	10,3
Oktober	6,5	8,9	8,9	1,5	1,5	40,6	13,6	5,0	13,5
November . . .	6,5	9,6	8,4	—	1,6	28,6	16,4	2,9	26,0
Dezember . . .	2,8	14,0	5,0	1,4	1,4	33,5	18,9	4,3	18,7
					nachmittags 2 Uhr				
Januar	3,5	11,0	9,4	—	—	38,1	31,0	2,5	4,5
Februar	7,3	15,6	5,3	2,3	2,9	25,5	31,7	5,5	3,9
März	12,0	5,3	13,4	0,6	1,6	36,8	20,6	6,5	3,2
April	9,2	12,9	13,1	0,7	1,6	23,3	27,4	10,4	1,4
Mai	12,4	14,3	10,0	—	1,6	28,4	19,1	14,2	—
Juni	13,1	17,5	1,5	—	0,8	28,5	26,0	12,0	0,6
Juli	11,0	7,8	3,3	—	—	33,7	30,3	13,2	0,7
August	12,8	8,5	2,1	—	—	33,4	36,4	6,8	—
September . . .	10,5	16,6	8,1	—	2,4	22,8	22,8	11,9	4,9
Oktober	5,7	9,8	13,4	1,4	2,8	52,8	8,5	3,0	2,6
November . . .	9,0	13,3	8,8	—	3,0	29,7	24,6	4,2	7,4
Dezember . . .	9,8	11,5	7,5	1,5	3,7	37,9	18,4	2,6	7,1
					abends 8 Uhr				
Januar	1,9	8,9	7,9	—	—	30,4	23,9	2,5	24,5
Februar	5,7	10,3	5,9	0,8	2,5	20,9	26,4	4,1	23,4
März	9,1	4,7	11,5	1,8	0,9	23,7	18,8	2,2	27,3
April	5,6	12,0	10,6	—	2,1	12,8	16,0	6,9	34,0
Mai	15,2	7,3	5,9	—	—	13,6	13,8	13,9	30,3
Juni	15,9	12,0	1,4	—	0,9	10,8	13,6	16,8	28,6
Juli	8,9	4,5	2,2	—	0,7	12,1	20,3	24,7	26,6
August	10,3	—	0,7	0,7	—	19,3	31,7	3,3	34,0
September . . .	7,2	9,3	3,4	—	1,5	12,8	8,5	9,0	48,3
Oktober	3,4	7,4	7,8	0,7	2,1	24,8	11,7	1,4	40,7
November . . .	6,7	7,9	8,1	0,8	3,2	22,4	21,6	5,3	24,0
Dezember . . .	7,9	12,7	7,6	0,9	2,5	35,9	14,2	3,5	14,8

[1]) E (vom englischen East) ist das international vereinbarte Zeichen für Ost, weil O im Französischen West (Ouest) bedeuten würde, auch (in den Wetterdepeschen) mit Null verwechselt werden könnte.

[2]) Bedeutet Windstille.

Tab. 1b. Zusammenfassung nach Jahreszeiten.

		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C
Winter	morgens 8 Uhr	**4,3**	12,9	4,0	1,0	1,5	**27,8**	**25,1**	**3,8**	19,6
	mittags 2 „	**6,9**	12,7	7,4	1,3	2,2	**33,8**	**27,0**	**3,5**	5,2
	abends 8 „	**5,2**	10,6	7,1	0,6	1,7	**29,1**	**21,5**	**3,4**	20,9
	Mittel	**5,5**	12,2	6,2	1,0	1,8	**30,2**	**24,5**	**3,6**	15,2
Frühling	morgens 8 Uhr	**11,2**	14,8	6,0	0,7	0,8	**24,3**	**25,4**	**8,5**	8,3
	mittags 2 „	**11,2**	10,8	12,2	0,4	1,6	**29,5**	**22,4**	**10,4**	1,5
	abends 8 „	**10,0**	8,0	9,3	0,6	1,0	**16,7**	**16,2**	**7,7**	30,5
	Mittel	**10,8**	11,2	9,2	0,6	1,1	**23,5**	**21,3**	**8,9**	13,4
Sommer	morgens 8 Uhr	**15,6**	8,6	1,4	0,2	1,0	**31,3**	**30,9**	**9,2**	1,8
	mittags 2 „	**12,3**	11,3	2,3	—	0,3	**31,9**	**30,9**	**10,7**	0,4
	abends 8 „	**11,7**	5,5	1,4	0,2	0,5	**14,1**	**21,9**	**14,9**	29,7
	Mittel	**13,2**	8,5	1,7	0,1	0,6	**25,8**	**27,9**	**11,6**	10,6
Herbst	morgens 8 Uhr	**9,0**	11,3	7,6	0,5	1,8	**30,6**	**17,8**	**4,9**	16,6
	mittags 2 „	**8,4**	13,2	10,1	0,5	2,7	**35,1**	**18,6**	**6,4**	5,0
	abends 8 „	**5,8**	8,2	6,4	0,5	2,3	**20,0**	**13,9**	**5,2**	37,7
	Mittel	**7,7**	10,9	8,0	0,5	2,3	**28,6**	**16,8**	**5,5**	19,8
Jahr	morgens 8 Uhr	**10,0**	11,9	4,8	0,6	1,3	**28,5**	**24,8**	**6,6**	11,5
	mittags 2 „	**9,7**	12,0	8,0	0,5	1,7	**32,6**	**24,7**	**7,7**	3,0
	abends 8 „	**8,1**	8,1	6,1	0,5	1,4	**19,9**	**18,4**	**7,8**	29,7
	Mittel	**9,3**	10,7	6,3	0,5	1,5	**27,0**	**22,6**	**7,4**	14,7

Daß die Luftbewegung um die Mittagszeit am lebhaftesten ist und gegen Abend abflaut, ist eine allgemeine Erscheinung, die mit der durch die Tageserwärmung bewirkten Vertikalbewegung der Luft zusammenhängt. Infolge der bis nach Mittag zunehmenden Erwärmung der unteren Luftschichten durch die zunehmende Intensität der Einstrahlung stellt sich ein vertikaler Luftaustausch ein, der Luft von unten in die Höhe und dafür solche aus der Höhe nach unten bringt. Die letztere (von oben kommende) hat aber eine größere Horizontalgeschwindigkeit als die unten fließende, deren Bewegung durch die Reibungswiderstände an der Erdoberfläche verlangsamt ist, muß also, indem sie nach unten verlegt wird, daselbst die Geschwindigkeit vermehren; gegen Abend aber, wo jener Luftaustausch aufhört, muß die Geschwindigkeit nachlassen. Daß jedoch in Münden im ganzen ziemlich häufig — im Jahresdurchschnitt fast jeden dritten Abend (im Herbst noch mehr) — Windstillen zu verzeichnen sind, daran dürfte noch die Lage der Stadt im Tale, rings umgeben von Höhen, wesentlich beteiligt sein, indem dadurch wohl öfters leichte Winde, die außer- oder oberhalb wehen, für den Ort der Beobachtung unmerklich werden.

Die Luvseite liegt im Jahres- wie im Jahreszeitenmittel zu allen Tagesterminen durchweg in den Richtungen SW, W, NW, N, d. h. die Winde

aus jeder dieser Richtungen sind häufiger als die aus der zu ihr entgegengesetzten Richtung. Dasselbe zeigt sich in den Monatsmitteln mit nur zwei geringfügigen Ausnahmen: im Juni abends übertrifft der NE- den SW-Wind, und im Oktober mittags der E- den W-Wind an Häufigkeit.

Die größte Häufigkeit im Jahresmittel weist der SW-Wind auf, dem der W-Wind nur wenig nachsteht; dann folgt NE, N, NW, E; die Richtungen S und SE sind nur ganz schwach vertreten.

Die beiden Richtungen SW und W zusammen sind im Jahresmittel an allen drei Terminen häufiger als alle übrigen Richtungen zusammengenommen, und das ändert sich auch in den Mitteln der einzelnen Jahreszeiten nur einmal und nur für den Abendtermin, indem im Frühling am Abend die Summe der SW- und W-Winde etwas kleiner ist als die der übrigen zusammen; und wenn wir das Mittel eines jeden Monats und Termins darauf prüfen, finden wir nur noch für die Abendtermine der Monate Juni, Juli, September die gleiche Ausnahme (indem in den wärmeren Monaten abends die SW-Winde stark zurücktreten), während in allen übrigen 33 Mitteln die SW- und W-Winde vorherrschen.

Es zeigt sich also in dieser Hinsicht eine große Gleichmäßigkeit durchs ganze Jahr, obwohl die Häufigkeit der SW- und W-Winde und ihr Verhältnis bedeutende Schwankungen aufweist, indem beispielsweise in den drei Sommermonaten (im Mittel aller drei Termine), sowie im Februar und April der SW-Wind seltener ist als der aus W, im Oktober (Mittagstermin) hingegen sechsmal häufiger als dieser.

Um freilich den jährlichen (wie den täglichen) Gang der Windrichtungen mit Sicherheit bestimmen zu können, dazu sind weit längere Beobachtungen erforderlich als hier vorerst verarbeitet werden konnten. Immerhin können wir aus unseren Zahlen entnehmen, daß die Winde aus SW, die im Winter am stärksten vorwalten, im Frühjahr etwas an Häufigkeit nachlassen, die aus NW, N, E dagegen zunehmen, daß im Sommer die NW- und N-Winde noch etwas häufiger, auch die W-Winde zahlreicher, die östlichen seltener werden, und daß im Herbst die W-, NW- und N-Winde (im September auch die SW-Winde) an Häufigkeit ab-, die NE- und E-Winde zunehmen, was alles im allgemeinen den Änderungen der durchschnittlichen Druckverteilung in den einzelnen Jahreszeiten[1]) entspricht.

[1]) Im Winter hauptsächlich maßgebend das dauernde Druckmaximum in den subtropischen Breiten südwestlich von Europa in Wechselwirkung mit dem niederen Druck über dem nördlichen Atlantischen Ozean; außerdem hoher Druck über dem Innern des europäisch-asiatischen Kontinents. Im Frühjahr Wachsen des Druckes über dem Ozean westlich und nordwestlich von uns (zeitweilig auch über noch kalten Teilen Nordeuropas), niedriger Druck über dem sich rascher erwärmenden Binnenland im Südosten. Im Sommer hoher Druck über dem nordatlantischen Ozean, niedriger im Innern des europäisch-asiatischen Kontinents (infolge des Wärmeunterschiedes). Im Herbst zunächst rascheres Erkalten des Kontinents, wachsender Druck daselbst und Druckabnahme über dem Ozean, dann allmähliger Übergang in die Druckverteilung des Winters.

B. Bewölkung, Nebel, heitere und trübe Tage.

In der Tabelle ist die Häufigkeit der Bewölkungsgrade nach 5jährigen Beobachtungen (1905 bis 1909) zusammengestellt, getrennt nach den drei täglichen Beobachtungsterminen, um sowohl den täglichen wie den jährlichen Gang erkennen zu lassen. Die Aufzeichnungen geschahen nach 4 Graden, sodaß ganz bedeckter Himmel mit 4, zu drei Vierteln bedeckter mit 3 bezeichnet ist usw., und die Zahl 0 wolkenlosen Himmel bedeutet. In der Tabelle sind die mittleren Bewölkungsgrade 1 bis 3 vereinigt. Die Häufigkeiten sind in Prozenten der Beobachtungstage ausgedrückt (wegen der ungleichen Länge der Monate). Für das Jahr sind sie auch noch in absoluten Zahlen (Tagen) angegeben.

Tab. 2.

	Häufigkeit der Bewölkungsgrade und Nebel												Häufigkeit der		
	Morgens 8 Uhr				Nachmittags 2 Uhr				Abends 8 Uhr				heiteren Tage	heiteren Tage mit Morgennebel	trüben Tage
	0	1—3	4	Nebel	0	1—3	4	Nebel	0	1—3	4	Nebel			
In Prozenten der Zahl der Beobachtungstage															
Winter: Dezember	3,2	16,1	65,2	15,5	3,2	39,4	54,8	2,6	10,3	14,2	68,4	7,1	3,2	2,0	70,3
Winter: Januar	10,3	20,6	59,4	9,7	12,3	37,4	48,4	1,9	20,0	19,4	58,7	1,9	14,2	—	58,7
Winter: Februar	3,1	17,1	69,0	10,0	3,1	43,4	53,5	—	12,4	18,6	65 9	3,1	2,3	0,8	69,8
Mittel	5,5	18,0	64,5	12,0	6,2	40,1	52,2	1,5	14,2	17,4	64,3	4,1	6,6	0,9	66,3
Frühling: März	7,1	40,6	46,5	5,8	5,2	52,9	41,9	—	11,6	36,1	51 6	0,7	9,0	—	48,4
Frühling: April	9,5	46,3	40,8	3,4	6,8	61,9	31,3	—	8,8	50,4	40,8	—	7,5	1,3	42,9
Frühling: Mai	9,7	53,5	31,0	5,8	2,6	74,2	23,2	—	3,9	54,2	41 9	—	5,8	0,6	33,5
Mittel	8,8	46,8	39,4	5,0	4,9	63,0	32,1	—	8,1	46,9	44,8	0,2	7,4	0,7	41,6
Sommer: Juni	8,0	58,0	30,0	4,0	2,7	73,3	24,0	—	5,3	63,4	31,3	—	4,0	0,7	32,7
Sommer: Juli	7,1	47,7	38,1	7,1	1,3	71,0	27,7	—	5,2	55,5	39,3	—	3,2	2,6	43,9
Sommer: August	2,6	56,3	25,9	15,2	3,3	76,2	20,5	—	3,3	51,7	45,0	—	2,0	2,0	44,4
Mittel	5,9	54,0	31,3	8,8	2,4	73,5	24,1	—	4,6	56,9	38,5	—	3,1	1,7	40,3
Herbst: September	4,8	29,5	30,1	35,6	7,5	65,1	27,4	—	15,1	38,3	43,2	3,4	7,5	6,2	38,4
Herbst: Oktober	4,5	26,5	33,5	35,5	13,5	57,5	29,0	—	16,1	34,8	40,7	8,4	4 5	9,0	41,3
Herbst: November	5 3	16,7	59,3	18,7	6,0	35,3	54,7	4,0	11,3	20,7	56,7	11,3	6,7	2,0	65,3
Mittel	4,9	24,2	41,0	29,9	9,0	52,7	37,0	1,3	14,2	31,2	46,9	7,7	6,2	5,8	48,3
Jahr	6,3	35,8	44,0	13,9	5,6	57,3	36,4	0,7	10,3	38,1	48,6	3,0	5,8	2,3	49,1
In Tagen auf das Jahr															
	23	131	160	51	20	209	133	3	38	139	177	11	21	8,4	179

Im Jahresmittel ist Wolkenlosigkeit mittags am seltensten, abends am häufigsten. Volle Bedeckung ist mittags ebenfalls am schwächsten, abends am stärksten vertreten. Der Mittag weist vorwaltend mittlere Bewölkungs=

grade auf, der Morgen und der Abend sind reicher an den extremen Graden.

Im Herbst und Winter ist wolkenloser Himmel morgens am seltensten, mittags häufiger und abends am häufigsten (morgens an etwa 5, abends an 14 Tagen unter 100). Frühling und Sommer zeigen dagegen morgens ihre größte Häufigkeit unbedeckten Himmels (die auch größer ist als die im Herbst und Winter morgens), mittags ihre kleinste und abends nahezu wieder die von morgens. Im ganzen aber (im Mittel der Tageszeiten) haben Frühling und Sommer seltener wolkenlosen Himmel als Herbst und Winter; der Herbst steht in dieser Hinsicht obenan, der Sommer unten.

Völlig bedeckter Himmel ist in allen Jahreszeiten morgens häufiger als mittags, abends am häufigsten, nur im Winter ist hierin der Abend wieder dem Morgen gleich. Die größte Häufigkeit vollständiger Bewölkung weist der Winter auf, im Frühling nimmt sie ab, im Sommer noch mehr, im Herbst wächst sie wieder, und zwar gilt dies im ganzen wie auch für die einzelnen Tageszeiten.

Dagegen sind die mittleren Bewölkungsgrade im Sommer am häufigsten, im Winter am seltensten (ebenfalls im ganzen wie an den einzelnen Tageszeiten).

Es bleibt abzuwarten, wie weit diese unseren Zahlen zu entnehmenden Ergebnisse durch längere Beobachtungen bestätigt, abgeändert oder ergänzt werden. Einstweilen scheint es, daß die mittägliche Temperatursteigerung eine Verminderung der Bewölkung hervorbringt — es werden die mittleren Bewölkungsgrade häufiger, die volle Bewölkung verliert an Häufigkeit — und zwar in allen Jahreszeiten, daß also auch in der wärmeren Jahreszeit die mittägliche Temperatursteigerung nur ausreicht, die Wolken teilweise zur Verdampfung zu bringen, nicht, wie an vielen Orten, in der wärmeren Jahreszeit mittags durch Emporschaffen reichlicher Dampfmengen die Wolkenbildung zu vermehren. An letzteres erinnert hier nur das Seltenerwerden der Wolkenlosigkeit vom Morgen- zum Mittagstermine im Frühjahr und Sommer.

Nebel sind in Münden ziemlich zahlreich, offenbar mit eine Folge seiner Lage und des Wasserreichtums durch seine Flüsse. Ihre Häufigkeit zeigt eine sehr ausgesprochene tägliche und jährliche Periode.

Am häufigsten sind die Nebel in allen Jahreszeiten am Morgen, weit seltener des abends, und solche, die über Mittag anhalten, sind nur ganz vereinzelt, und zwar in den Monaten November, Dezember, Januar zu verzeichnen.

Die nebelreichste Jahreszeit ist der Herbst, wo durchschnittlich fast jeder dritte Tag Morgennebel hat, vornehmlich wohl dadurch, daß die noch verhältnismäßig warm gebliebenen Wassermassen der Flüsse der stärker erkalteten Luft mehr Dampf zuführen, als diese in Dampfform halten kann. Im

Winter wird die Nebelhäufigkeit geringer, und die Frühlingsmonate bringen das Minimum, worauf sie im Sommer wieder zu wachsen beginnt.

Bei Anwendung der zehnstufigen Einteilung der Bewölkungsgröße pflegt man als „heitere" Tage diejenigen zu bezeichnen, deren mittlere Bewölkung die Zahl 2 nicht erreicht, und als „trübe" solche mit einer mittleren Bewölkung, die größer als 8 ist. Dem entsprechen bei der vierstufigen Einteilung die Zahlen 0,8 und 3,2. Daher wurden als „heiter" bezw. „trübe" die Tage genommen, bei denen die Summe der drei täglichen Bewölkungszahlen höchstens 2 bezw. mindestens 10 beträgt. Da jedoch die Zahl der so bestimmten heiteren Tage sich hier ziemlich niedrig stellt, sind in der daneben stehenden Spalte noch diejenigen Tage aufgezählt, welche morgens Nebel hatten, im übrigen aber den obigen Bedingungen entsprachen, also nach dem Verschwinden der Morgennebel ebenfalls den ganzen Tag fast wolkenlos waren. Andererseits wurden die Tage mit Morgennebeln noch als „trübe" gerechnet, wenn am Mittags- und Abendtermin der Himmel zu je mindestens 3 Vierteln bedeckt war, dagegen nicht mehr, wenn er sich einmal zur Hälfte und das andere Mal ganz bedeckt zeigte.

Aber auch mit Hinzurechnung der heiteren Tage mit Morgennebeln wird die Zahl der heiteren Tage in Münden nicht groß. Einen erheblichen Zuwachs erhielte nur der Herbst (eine Steigerung von 6 auf 12 für 100 Tage), der denn alle anderen Jahreszeiten überträfe.

Die Zahl der heiteren Tage (im ursprünglichen Sinne) beträgt im Jahresdurchschnitt nur rund 6 auf 100, was durch die Lage Mündens im ozeanisch beeinflußten Klimagebiet im Verein mit den örtlichen Verhältnissen leicht verständlich ist. Die meisten heiteren Tage weist das Frühjahr auf (7,4 auf 100), am wenigsten der Sommer (3 auf 100). Die absolute Zahl für das Jahr ist 21. Viel mehr hat auch Göttingen nicht, von welchem 24 [1]) angegeben werden.

Das Maximum der Häufigkeit der „trüben" Tage, an denen Münden keinen Mangel hat, fällt auf den Winter, wo durchschnittlich von 3 Tagen 2 zu den trüben gehören; im Frühjahr und Sommer (Zeit ihrer geringsten Häufigkeit) sind im Mittel unter 10 Tagen 4 trübe.

C. **Häufigkeit der Niederschläge und Gewitter**
(nach 10jährigen Beobachtungen, 1900 bis 1909).

Die Tabelle 3 gibt die sogen. Niederschlags- (und Gewitter-) wahrscheinlichkeit an, d. h. an wieviel Tagen unter 100 Beobachtungstagen durchschnittlich Niederschläge bezw. Gewitter zu verzeichnen sind, und zwar

[1]) Thiele, Deutschlands landwirtschaftliche Klimatographie. Aus dessen Tabellen sei noch für einige Orte die Zahl der heiteren Tage (im Jahr) entnommen: Nordhausen 39, Frankfurt a. M. 36, Potsdam 44, Meißen 39, Braunschweig 55.

drücken die Zahlen der ersten Spalte die gesamte Niederschlagswahrscheinlichkeit aus, also Regen, Schnee usw. zusammengenommen. Gezählt sind dabei alle Tage mit Niederschlag, gleichgültig ob er in meßbarer Menge fiel oder nicht. Für das Jahr sind auch noch die absoluten Zahlen der Tage mit Niederschlag usw. angegeben.

Tab. 3.

		Zahl der Tage mit				
		Niederschlag	Schnee	Graupeln	Hagel	Gewittern
		In Prozenten der Zahl der Beobachtungstage				
Winter	Dezember	57,1	18,4	0,9	0,3	0,6
	Januar	54,2	23,9	0,9	—	—
	Februar	64,6	36,1	2,3	—	0,4
	Mittel	58,6	26,1	1,4	0,1	0,3
Frühling	März	57,7	25,5	1,6	0,3	0,3
	April	62,0	11,7	3,7	1,0	4,0
	Mai	54,5	2,0	2,7	1,0	13,9
	Mittel	58,1	13,1	2,7	0,8	6,1
Sommer	Juni	50,7	—	—	0,7	17,7
	Juli	60,3	—	—	—	19,2
	August	59,6	—	0,3	—	12,7
	Mittel	56,9	—	0,1	0,2	16,5
Herbst	September	44,7	—	—	1,3	5,7
	Oktober	48,0	1,6	0,6	—	0,6
	November	54,3	11,3	1,0	—	0,3
	Mittel	49,0	4,3	0,5	0,4	2,2
	Jahr	55,6	10,9	1,2	0,4	6,3
		absolut, im Jahr				
		203	40	4,3	1,4	23

Danach ist die Zahl der Niederschlagstage im Winter am größten, im Frühjahr und Sommer nur wenig kleiner, aber beträchtlich kleiner im Frühherbst (besonders im September), der ja für Mitteleuropa die beständigste Zeit des Jahres bildet infolge der dann häufiger und anhaltender auftretenden trockenen östlichen Winde. Im ganzen ist (gleichfalls durch die Lage Mündens in wasserreicher Gegend inmitten bewaldeter Höhen und die ozeanische Beeinflussung) die Niederschlagshäufigkeit ziemlich groß, indem es im Winter, Frühjahr und Sommer wie auch im Mittel des Jahres noch öfter als durchschnittlich jeden zweiten Tag regnet oder schneit, und auf das Jahr 203 Tage mit Niederschlag (irgendwelcher Menge) kommen.[1])

[1]) Wo man, wie vielfach geschieht, als Tage mit Niederschlag nur die zählt, an denen mindestens 0,2 mm Niederschlag fällt, werden natürlich die Häufigkeitszahlen kleiner, was bei Vergleichen berücksichtigt werden muß.

Schneefalltage sind unter 100 Tagen im Winter 26, im Frühling 13, im Herbst 4. Hagel und Graupeln haben ihre größte Häufigkeit im Frühjahr, Gewitter im Sommer. Tage mit Gewittern gab es unter 100 Tagen im Sommer 16, im Frühling 6, im Herbst 2,2, auch Wintergewitter (Wirbelgewitter) fehlen nicht ganz. Bedenkt man, daß nur die Tage mit Gewittern gezählt sind (23 im Jahr), nicht die einzelnen Gewitter, deren es sehr oft mehrere an einem Tage gab, so erkennt man, daß Münden ziemlich gewitterreich ist.

Der erste Schnee fiel in den 10 Jahren frühestens am 17. Oktober, spätestens 24. Dezember; das mittlere Datum des ersten Schneefalls ist der 20. November. Der letzte Schnee fiel frühestens 30. März, spätestens 19. Mai, durchschnittlich 23. April. Die schneefreie Zwischenzeit betrug im Mittel 211 Tage.

D. Temperaturextreme, Eistage, Frosttage, Sommertage

(nach 10jährigen Beobachtungen, 1900 bis 1909).

Tab. 4.

	Mittlere Extreme der Temperatur		Absol. Extreme der Temperatur		Mittlere absolute Schwankung	Absolute Schwankung	Zahl der		
	Min.	Max.	Min.	Max.			Eistage	Frosttage	Sommertage
Januar . . .	— 13,1	8,5	— 20,0	10,3	21,6	30,3	8,3	16	—
Februar . . .	— 11,0	9,7	— 22,7	19,0	20,7	41,7	5,3	17	—
März	— 5,1	15,6	— 9,4	22,0	20,7	31,4	0,4	14.3	—
April	— 2,4	20,7	— 5,0	27,2	23,1	32,2	—	5,2	0,1
Mai	0,6	26,7	— 1,4	29,2	26,1	30,6	—	1,1	2,0
Juni	4,7	29,2	3,5	30,5	24,5	27,0	—	—	5,2
Juli	7,4	29,5	5,3	32,8	22,1	27,5	—	—	8,2
August . . .	6,3	27,9	4,4	31,0	21,6	26,6	--	—	3,9
September . .	2,6	25,1	— 0,2	28,2	22,5	28,4	—	0,1	1,1
Oktober . . .	— 0,7	18,5	— 6,8	22,5	19,2	29,3	—	1,8	—
November . .	— 5,7	11,8	— 11,5	15,0	17,5	26,5	0,9	9,6	—
Dezember . .	— 10,4	9,9	— 17,5	11,5	20,3	29,0	4,7	15 2	—
Jahr	— 15,1	30,7	— 22,7 (1901)	32,8 (1904)	45,8	55,5	19,6	80.3	20,5

Über die Bedeutung (bezw. Berechnung) der Zahlen in der Tab. 4 sei folgendes bemerkt.

Nimmt man je von demselben Monat aller Beobachtungsjahre (z. B. von jedem Januarmonat der sämtlichen Jahre) die niedrigste (je einmal beobachtete) Temperatur, addiert diese Temperaturen und dividiert sie durch die Zahl der Beobachtungsjahre, so erhält man das mittlere Minimum des betreffenden Monats (Spalte 1). Entsprechend verfährt man zur Bestimmung des mittleren Maximums (Spalte 2). Diese Zahlen geben also die niedrigste und die höchste Temperatur an, die man in dem betreffenden

Monat durchschnittlich zu gewärtigen hat. Der Unterschied beider ergibt die mittlere absolute Schwankung (Spalte 5). In gleicher Weise sind die betreffenden Werte für das Jahr berechnet. Das mittlere Jahres-minimum (bezw. -maximum) ist das arithmetische Mittel aus den niedrigsten (bezw. höchsten) Temperaturen, deren man in jedem Jahr eine beobachtet hat. — Die niedrigste (bezw. höchste) Temperatur, die in allen gleichnamigen Monaten (z. B. in allen Januarmonaten) der sämtlichen Beobachtungsjahre nur einmal vorgekommen ist, bildet das absolute Minimum (bezw. Maximum) des betreffenden Monats (Spalte 3 und 4), und ebenso ist die niedrigste (oder höchste) Temperatur, die in allen Beobachtungsjahren zusammen nur einmal auftrat, das absolute Jahresminimum (oder -maximum). Der Unterschied zwischen den absoluten Extremen ist die absolute Schwankung (Spalte 6), die natürlich in längeren Beobachtungszeiträumen größer wird als in kurzen.

Die mittleren Monatsminima wie die Maxima steigen vom Januar, wo sie ihren tiefsten Stand haben, bis zum Juli ununterbrochen an und gehen dann wieder herab. Denselben jährlichen Gang zeigen die absoluten Extreme, jedoch mit einer Ausnahme; nicht der Januar, der in unseren Breiten im normalen jährlichen Temperaturgange der kälteste Monat ist, weist die niedrigste, in unseren 10 Beobachtungsjahren vorgekommene Temperatur auf, sondern der Februar, und zwar trat dieses absolute Minimum mit —22,7° C am 21. Februar 1901 ein. Da andererseits im Februar 1900 (am 26.) ein Maximum von 19° zu verzeichnen war, so kommt auf den Februar eine absolute Schwankung von 41,7°, die größte von allen Monaten.

Das Steigen der mittleren Monatsextreme vom Januar bis Juli und das Fallen derselben in der andern Jahreshälfte erfolgt zwar ohne Unterbrechung, aber doch nicht ganz gleichmäßig bei beiden Extremen von Monat zu Monat. z. B. wächst vom April bis Mai das mittlere Minimum um 3°, das mittlere Maximum aber um 6°, woraus sich für den Mai eine um 3° größere (mittlere) Schwankung ergibt als für den April, der seinerseits durch die gleiche Ursache den März hierin übertrifft. Im Frühjahr, meist (wie hier) im Mai, erreicht die mittlere Schwankung der Temperatur ihren höchsten Betrag (hier 26,1°), und damit hängen die Frühjahrsfröste eng zusammen. Es findet bei Tag durch die hochsteigende Sonne starke Erwärmung statt, das hat beträchtliche Lufttrockenheit zur Folge und hierdurch wird starke nächtliche Erkaltung durch Ausstrahlung begünstigt; dazu kommt die Wirkung der um diese Zeit öfters auftretenden kalten, trockenen, nördlichen bis östlichen Winde. Später (Juni, Juli) heben sich die Minima stärker als die Maxima und die Schwankung wird kleiner. Desgleichen wird sie kleiner, wenn von dem nun beginnenden (durch die Abnahme der Sonnenhöhe und die kürzere tägliche Bestrahlungsdauer verursachten) Temperaturrückgang die Maximumtemperaturen stärker betroffen werden als die Minima, was

nach unserer Tabelle für August, Oktober, November zutrifft. So weist der meist trübe November hier wie an vielen andern Orten die kleinste Schwankung auf, worauf sie durch relativ stärkeres Sinken der Minimumtemperaturen wieder wächst. Daß der September sich hierin von seinen Nachbarmonaten abweichend zeigt (das Minimum etwas stärker sinkt als das Maximum), hängt mit seiner meist klaren, trockenen, deshalb tagsüber noch sommerlich warmen, nachts aber schon recht kühlen Witterung (Nachsommerwetter) zusammen, die ihrerseits durch die für diese Zeit charakteristische mittlere Druckverteilung bedingt ist.

Die mittleren Jahresextreme, 30,7° und —15,1° und die sich daraus ergebende mittlere Jahresschwankung von 45,8° sind als sehr mäßig zu bezeichnen, wenn man berücksichtigt, daß die mittleren Kälteextreme des Jahres im Gebiet des Deutschen Reiches[1]) im allgemeinen zwischen —21° und —14 bis 15° betragen, die Maxima (mit Ausschluß höherer Gebirgspunkte) zwischen 30 und 33°, und daß die mittlere Jahresschwankung sich zwischen 53° im Nordosten und 47° im Südwesten hält.

Auch die „absolute" Schwankung, die in den 10 Jahren 55,5° beträgt, ist nicht groß, und wesentlich kleiner als die (aus langjährigen Beobachtungen erhaltene) von Kassel und Göttingen, welche beiden Orte demselben Klimagebiet wie Münden (dem mitteldeutschen Waldgebirgsgebiet) angehören und eine absolute Schwankung von 63,4 bezw. 63,9° aufweisen.[2]) Doch sind diese Beträge mit dem obigen nicht wirklich vergleichbar wegen der ungleichen Länge der Beobachtungszeiträume und weil die hier verwendeten Beobachtungen aus andern Jahren stammen als die dortigen. Auch mögen infolge des Umstandes, daß das Institut hier im 2. Stock des Schlosses liegt, und die Anbringung des Gehäuses[3]) mit den Thermometern in geringerer Höhe nicht angängig war, die hier gefundenen Extreme vielleicht ein wenig zu klein sein. Daß es sich aber in letzterer Hinsicht nur um ganz geringe Abweichungen handeln kann (vergleichende Versuche darüber

[1]) Hann, Handbuch der Klimatologie, gibt S. 152 die mittleren Jahresextreme einer Anzahl Orte aus den verschiedensten Gegenden des Deutschen Reiches wie folgt an:

	Maximum	Minimum		Maximum	Minimum
Königsberg	31,8	—21,5	Leipzig .	32,9	—17,4
Bromberg .	32,4	—20,3	Erfurt . .	31,6	—18,5
Berlin . .	33,0	—15,4	Bayreuth .	31,4	—21,3
Halle . .	32,5	—15,7	München .	30,4	—18,5
Brocken .	23,2	—20,9	Augsburg	32,2	—18,8
Breslau .	30,9	—18,4	Heidelberg	32,5	—14,2
Ratibor .	32,5	—21,6	Kreuznach	33,0	—14,6
Dresden .	32,9	—17,1			

[2]) Thiele, Deutschlands landwirtschaftliche Klimatographie.

[3]) Nach Art der vom Preuß. Meteor. Institut angegebenen, mit verstellbarer Beschirmung.

sollen angestellt werden), geht unter anderm schon daraus hervor, daß der Unterschied zwischen dem mittleren Januarminimum und dem mittleren Julimaximum in Kassel mit 43,9° und Göttingen[1]) mit 43,4° nahezu derselbe ist wie in Münden mit 42,6°, und daß sich für die frostfreie Zeit (siehe weiter unten) hier wie dort fast genau die gleiche Dauer ergibt.

Diesem relativ ausgeglichenen, von sehr niedrigen wie von sehr hohen Temperaturen sich frei haltenden Klimacharakter Mündens, wie er den ozeanisch beeinflußten Gebieten eigen ist, entspricht auch die Zahl der Eistage, Frosttage und Sommertage. Bezeichnet man, wie üblich, jeden Tag mit einem Temperaturmaximum unter 0° als Eistag, einen solchen mit einem Temperaturminimum unter 0° als Frosttag, einen Tag mit einem Temperaturmaximum von 25° und mehr als Sommertag, so hat Münden nach unseren 10 jährigen Beobachtungen durchschnittlich im Jahr: 19,6 Eistage, 80,3 Frosttage und 20,5 Sommertage. Das sind, verglichen mit denjenigen eines Ortes in vorwaltend kontinental beeinflußtem Gebiet, ziemlich niedrige Beträge. Eberswalde z. B. hat (im 15 jährigen Mittel von 1876 bis 1890[2])) 32,1 Eistage, 124,2 Frosttage 45,0 Sommertage[3]), also mehr als doppelt soviel Sommertage, aber auch etwa 1½ mal soviel Eis- und Frosttage als Münden. Ganz frostfrei befunden sind dort nur die Monate Juli und August, hier außerdem noch der Monat Juni (wenigstens in diesen 10 Jahren).

Der letzte Frost wurde hier beobachtet:

frühestens	im Mittel	spätestens
19. April	3. Mai	16. Mai
(1901)		(1900)

Der erste Frost:

frühestens	im Mittel	spätestens
20. September	26. Oktober	11. November
(1904)		(1906)

Die frostfreie Zeit betrug Tage

mindestens	im Mittel	höchstens
130 (1904)	176	196 (1901)

in Eberswalde dagegen (Tage)

113	140	190

[1]) Die mittleren Jahresextreme dieser Orte sind mir nicht zur Hand.

[2]) Schubert, Meteor. Zeitschr. 1892, S. 235 ff.

[3]) Vielleicht sind die Eberswalder Zahlen ein wenig zu groß und mit den hiesigen nicht ganz vergleichbar, da in dem Eberswalder Bericht gesagt ist, daß nach dem Vergleich mit benachbarten Stationen die Temperaturangaben der wärmeren Tages- und Jahreszeit etwas zu hoch (beim Maximum bis zu 2°) erschienen, und bei der Zahl der Frosttage usw. die Ablesungen an einem ganz ungeschützten Minimumthermometer (1,3 m hoch) zugrunde gelegt sind. Dennoch bliebe wohl der Unterschied gegen Münden deutlich genug.

Jedenfalls genießt Münden den Vorteil einer erheblich längeren Vegetationszeit. — Andererseits stimmt Münden mit den beiden Nachbarstädten Kassel und Göttingen hinsichtlich der mittleren Dauer der frostfreien Zeit fast ganz überein; Kassel hat 179, Göttingen 178 Tage, nur liegt diese Zeit dort etwas früher, indem sie in Göttingen vom 29. April bis 24. Oktober, in Kassel vom 27. April bis 23. Oktober zählt.

Zu weiterem, bezw. zur Bearbeitung längerer Beobachtungszeiträume, wie sie zur Erzielung eigentlicher „Normalmittel" erforderlich sind, reichte die kurze zur Fertigstellung dieser Mitteilung zu Gebote stehenden Frist nicht aus. Sind es also auch noch keine wirklichen „Normalmittel", die hier zur Darstellung kamen, so sind es doch klimatische Werte, die jenen aielfach mindestens nahe stehen werden und jedenfalls ein schon ziemlich futreffendes Bild von den behandelten Verhältnissen Mündens gewähren.

Grunewald.

Staatwirtschaftliche Studie von Dr. Fr. Jentsch.

Die Verkäufe von Waldland in der Umgebung Berlins haben, wie allgemein bekannt, viel Anfechtung erfahren. Die Angelegenheit hat ihre praktische Erledigung gefunden, eine genauere objektiv wissenschaftliche Behandlung in der Öffentlichkeit meines Wissens aber nicht erfahren. Es erscheint lohnend, ihr näher zu treten.

Die Nützlichkeit und Berechtigung staatlicher Erwerbsunternehmungen wurde früher vielfach bestritten. Der Staat wirtschafte wegen der bei seiner Wesensart unvermeidlichen Mandantenwirtschaft teurer als der Private, entziehe der Privatunternehmung bedeutende Vermögensobjekte, mache den Staatsangehörigen in der freien Betätigung ihrer Kräfte unerwünschte Konkurrenz. Die Praxis und nachmals auch die Wissenschaft haben längst entschieden, daß diese Lehrmeinung nur bedingt zutrifft, im besonderen nicht gilt für die Forstwirtschaft des Staats. Die Forstwirtschaft hat volkswirtschaftliche Eigentümlichkeiten und der Wald volkwirtschaftliche Eigenschaften, die die Staatsgewalt nicht nur befähigen, sondern unter gewissen Voraussetzungen sogar verpflichten, Waldbesitz zu halten: Das Produkt in der Forstwirtschaft ist in besonders hohem Maße Erzeugnis der Naturkräfte, besonders des Bodens. Sie verlangt darum relativ große räumliche Erstreckung. Das im Holzvorrat stockende Kapital ist allgemein groß, eigenartig gebunden, vom nachhaltig beziehbaren Materialzins nur mit Hilfe technisch und wissenschaftlich qualifizierter Verwalter zu unterscheiden. Die Summe dieser Eigentümlichkeiten bewirkt, daß die Waldwirtschaft zweckmäßig in der Hand ewig lebender juristischer Personen und im Großbetriebe, d. h. auf großer, zu einheitlichem Wirtschaftsbetrieb verbundener Fläche

betrieben wird. Die Statistik der Bodenbenutzung lehrt, daß die Großbetriebe und im besonderen die staatlichen Forstbetriebe die ergiebigeren in bezug auf die erzeugten Werte sind. Es ist danach finanziell die Staatsforstwirtschaft wissenschaftlich berechtigt und praktisch bewährt.

Sie ist es aber auch administrativ und kann in dieser Hinsicht sogar geboten sein. Das wird begründet durch die volkswirtschaftlichen Eigenschaften des Waldes. Die bekannteste und wichtigste ist die Lieferung des wirtschaftlich notwendigen Holzes und anderer Waldprodukte. Sodann übt er in örtlicher und zeitlicher Begrenzung förderliche Wirkungen auf die Landeskultur aus, die mit dem Ausdrucke Schutzwaldwirkungen zusammengefaßt zu werden pflegen, und ebensolche auf die Gesundheit und das Wohlbefinden der Menschen. Schließlich auch ist auf gewissen Standorten die Waldwirtschaft die allein rentable oder die gegenüber anderen Bodenbenutzungsarten rentablere Bodenbenutzungsart. Böden dieser Art werden gemeinhin als absoluter Waldboden bezeichnet.

Die Lieferung von Holz und anderen Waldprodukten vollzieht sich am besten im freien privatwirtschaftlichen Wettbewerb, an dem der Staat als einer unter vielen teilnimmt. Eine deswegen aus seinem Wesen fließende Pflicht, Waldwirtschaft zu betreiben, besteht allgemein nicht. Sie kann im besonderen etwa vorliegen, sei es örtlich, wo und soweit die private Unternehmungslust nicht bereit oder imstande ist, notwendige Waldprodukte zu liefern, oder zeitlich, wenn und solange die private Unternehmungslust versagt.

Anders liegt es bei der Schutzwaldwirkung. Diese Wirkung ist ihrem Werte nach weder meßbar, noch tauschfähig, mithin kein Gegenstand privatwirtschaftlicher Leistung. Der Waldbesitzer, dessen Wald sie ausübt, der berechtigtermaßen nur sein Interesse, nicht dasjenige anderer verfolgt, muß und wird Schadloshaltung dafür verlangen, wenn die Erhaltung und Sicherung der wirksamen Schutzeigenschaft seines Waldes ihm Kosten oder Einbußen auferlegt. Das braucht nicht immer und nicht überall der Fall zu sein. Manche Waldungen wirken schützend schon durch ihr bloßes Dasein. Sie müssen nur erhalten bleiben, können im übrigen ganz nach ökonomischen Grundsätzen auf den höchsten Ertrag bewirtschaftet werden. Ihre Schutzwaldeigenschaft legt dem Eigentümer keine Einbuße auf. Eine solche tritt erst ein, wenn die Erzielung und Sicherung der schützenden Wirkung Bewirtschaftungsformen verlangt, die, wie etwa Vermeiden des Kahlschlags, des Stockrodens, des Bodenverwundens, Erhaltung der Streudecke, Plenterwirtschaft, Weideschonung und ähnliches, die höchst rentable Benutzung einschränken. Die Einschränkung erreicht ihren Höhepunkt, wenn die Schutzwirkung nur durch völligen Verzicht auf privatwirtschaftliche Nutzung des Waldes gesichert erscheint.

Auf die Art der Schutzwirkung des Waldes auf die Landeskultur im einzelnen soll hier nicht eingegangen werden. Wenn man absieht von den

gemeinhin angenommenen, aber wissenschaftlich bisher nicht erweisbaren Einwirkungen auf das Klima durch Abschwächung der Temperaturextreme, durch günstige Verteilung der Feuchtigkeit in Luft und Boden, durch Speisung der Quellen, so besteht doch eine Reihe von Wirkungen wesentlich mechanischer Art, die unbestritten und bewiesen sind. Dazu gehört die Bindung des Bodens durch die Wurzeln der Bäume und durch die Streudecke des Waldes. Sie verhindert im Gebirge das Abschwemmen des Bodens, die Entstehung von Wasserrissen, Wildbächen, Verschotterungen, mindert das jähe Abfließen des Wassers und die Gefahr von Hochwasser, in bedingtem Maße die Lawinengefahr, in der Ebene das Flüchtigwerden losen Bodens. Der Wald kann auch schützend wirken gegenüber verheerenden oder aushagernden Winden. Bei weitem sind es nicht alle Waldungen, denen solche Schutzwirkungen eigen sind. Für diejenigen, die sie besitzen, ist kaum jemals der Umfang und das Maß der Wirksamkeit genau festzustellen. Diese beiden Umstände machen in der Gesetzgebung eine praktisch wirksame Ordnung der Materie so schwierig, daß ihr bis zur Gegenwart trotz der generellen Anerkennung des Vorhandenseins von Schutzwald und der Notwendigkeit einer Sicherung seiner Wirkungen für das Gemeinwohl eine einwandfreie Form nicht hat gefunden werden können.

Grundsätzlich und praktisch aber besteht kein Zweifel darüber, daß die Staatsgewalt die Aufgabe hat, für die Erhaltung und Behandlung des Schutzwaldes zu sorgen und im besonderen dessen Erhaltung oder Begründung und dauernde Bewirtschaftung in Eigenregie zu übernehmen, wo die administrative Einwirkung auf den Privatbesitzer die Schutzwaldwirkung genügend nicht sichert. Hieraus fließt die Notwendigkeit von Staatswaldbesitz mindestens für den Umfang der so umschriebenen Aufgaben und dessen Berechtigung ganz unabhängig von finanziell aus ihm erzielbaren Erwerbseinkünften.

Eine weitere gemeinschaftliche Wirkung des Waldes und der Waldwirtschaft beruht in der Fähigkeit, gewisse Böden, die gemeinhin als *absolute Waldböden* bezeichneten, überhaupt rentabel oder doch rentabler als durch andere Bodenbenutzungsarten zu machen.

Ist es schwer, das Wesen und den Begriff des Schutzwaldes scharf zu umschreiben, so ist eine präzise Darstellung des absoluten oder unbedingten Waldbodens noch schwieriger. Schon das Wort selbst ist nicht glücklich gewählt. Die Zustände, die die Benutzung einer gegebenen Fläche nur mit Hilfe der Forstwirtschaft zulassen oder doch die Forstwirtschaft als die rentablere von mehreren möglichen Nutzungsarten erscheinen lassen, sind weder unbedingte, noch unveränderliche. Sie können gegeben sein durch die chemische oder physikalische Beschaffenheit des Bodens oder durch die Ausformung und Lage des Geländes. Der Begriff ist nicht technisch, nur wirtschaftlich erfaßbar. Die technische Möglichkeit, einen Boden anders als

waldbaulich zu benutzen, besteht unbegrenzt. Graswuchs gedeiht noch auf steilsten Halden und flachgründigsten Böden, wenn genügend Feuchtigkeit vorhanden ist. Selbst wo er versagt, kann, wie schon Lehr hervorhob, Opuntia oder ähnliches als Viehfutter angebaut werden. Bearbeitung, Bewässerung, Düngung, Umformung können wohl beinahe jede Bodenart zum Anbau von Kulturgewächsen geeignet machen. Die Entscheidung, ob im gegebenen Fall die waldbauliche Nutzung allein möglich oder allein am Platze ist, kann nur nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten erfolgen. Praxis und Erfahrung finden hier die Kriterien in der Regel leicht und sicher. Eine aus fach- und ortskundigen Land- und Forstwirten zusammengesetzte Kommission wird in den meisten Fällen einhellig die Entscheidung finden, ob land- oder forstwirtschaftliche Nutzung einer gegebenen Fläche die zweckmäßige oder die allein mögliche ist. Denn sie berücksichtigt neben den die Bodenbonität bestimmenden Faktoren die Art des Wirtschaftsbetriebes, dem die Fläche angehört, dessen Größe, dessen Umfang, die ökonomischen Qualitäten des Besitzers, die Lage des Grundstücks zum Wirtschaftshof, die Zugänglichkeit, die Entfernung von Verkehrswegen und Konsumtionsplätzen. Unter voller Berücksichtigung dieser wirtschaftlichen Umstände und für die Dauer ihres Bestehens kann ein Boden wohl als unbedingter Waldboden bezeichnet werden. Er ist es indessen nicht absolut. Übergang in andern Besitz, Ausbau eines Vorwerks, eines Weges, einer Eisenbahn, Errichtung einer gewerblichen Anlage, örtliche Zunahme der Bevölkerung und vieles ähnliches und anderes können den Charakter desselben mit Willen des Besitzers oder unabhängig davon ändern. Umgekehrt wird ein Gelände bisheriger Zugehörigkeit zur Landwirtschaft durch Änderung der angegebenen örtlichen und zeitlichen Begleitumstände wirtschaftlich zu einem nur mehr der Forstwirtschaft zuzuweisenden werden können. Die bestimmenden Faktoren sind also immer relative, niemals absolute. Wenn gleichwohl der Begriff des absoluten Waldbodens von alters her und bis in die Gegenwart sich in Wissenschaft und Wirtschaftsleben behauptet hat, so liegt offenbar trotz der ungenauen und darum unrichtigen Benennung ein Bedürfnis vor, eine tatsächliche wirtschaftliche Erscheinung begrifflich zu erfassen: Böden, die nach ihrer Zusammensetzung, Ausformung oder Lage bodenwirtschaftlich nur durch Erziehung von Holzpflanzen genutzt werden können. Sie können so beschaffen sein, daß eine andere Wirtschaftsform überhaupt ausgeschlossen ist, oder so, daß andere Wirtschaftsformen zwar möglich sind, in ihren Erfolgen aber sicherlich der Forstwirtschaft nachstehen. Man könnte sie unter Weglassen des irreführenden Epithetons am besten als *Waldboden* schlechthin bezeichnen.

Derartiges „Waldland“ gibt es. Es war vorhanden in ungemessener Erstreckung zu Beginn der wirtschaftlichen Kultur, wurde in deren fortschreitender Entwicklung, die man sich nach dem bekannten *Ricardo*schen

Grundrentengesetz vor sich gehend denken mag, verringert, erlangte im ganzen, nicht im einzelnen, eine gewisse Stabilität seit der Zeit, in der die seßhafte Besiedelung des Landes im wesentlichen abgeschlossen war, unterliegt aber von da an und immer noch epochalen Wandlungen und mannigfachen territorialen Verschiebungen.

Je mehr die Staatsgewalt der Träger auch von Kulturaufgaben geworden ist, um so wichtiger wird für sie auch die Aufgabe, den Boden seiner jeweils besten Benutzungsart zuzuführen. Diese Aufgabe erweitert sich in einem Staatswesen, das, wie Deutschland, einer wachsenden Bevölkerung Platz, Erwerbsgelegenheit und Nahrung zu schaffen hat, noch dahin, daß bisher ungenutzte oder gering nutzbare Landesflächen rentablerer Benutzung zugeführt werden müssen. Ländereien dieser Art werden als Ödland bezeichnet. Dieser Begriff ist minder schwerdeutig als jene beiden anderen des Schutzwaldes und des absoluten Waldbodens. Seine Begrenzung nach unten ist klar gegeben durch das Fehlen jeder Nutzung. Dagegen ist die obere Grenze allerdings genau nicht zu ziehen. Dahingehende praktische Versuche, wie die der preußischen Grundsteuergesetzgebung, tragen den Stempel des Notbehelfs und der Willkür.

Für die generell bestehende Staatsaufgabe, die jeweils beste Bodenbenutzungsart herbeizuführen, ist diese Grenze ohne Belang: es kommt darauf an, sowohl ungenutzten wie unzweckmäßig genutzten Boden der je zweckmäßigsten Benutzung zu unterwerfen.

Zwei Tatsachen sind bei Verfolgung dieser Aufgabe richtunggebend, einmal die, daß die je zweckmäßigste Benutzungsart keine für alle Örtlichkeiten und alle Zeiten dauernde, sondern eine veränderliche ist, ferner das unserm Wirtschaftssystem zugrunde liegende Prinzip des Privateigentums. Sie verbieten eine einseitig von der Staatsgewalt ausgehende legislatorische oder administrative, mit Zwang verbundene und einmalige Ordnung der Materie. Die Rücksicht auf die erste Tatsache nötigt zu einem fortwirkenden allmählichen Vorgehen. Die Rücksicht auf die zweite beschränkt das Eingreifen der Staatsgewalt in die freie Verfügbarkeit des Staatsangehörigen über dessen Eigentum auf die nur ausnahmsweise vorliegenden Fälle dringender oder großer gemeinwirtschaftlicher Gefahr oder Not.

Im allgemeinen liegt es im eigenen Interesse des einzelnen, seinen Grundbesitz möglichst zweckmäßig zu bewirtschaften. Aber auch, wo das nicht geschieht, besteht nicht ohne weiteres Recht und Pflicht des Staates zu einem Eingriff. Dem englischen Landlord, dem schlesischen oder böhmischen Magnaten steht es frei, unter Verzicht auf jegliche oder auf die höchste Bodenrente ein Jagdgehege auf ihrem Grunde zu machen, und ebenso dem Zwergbauern der Eifel, seinen „Waldboden" landwirtschaftlich zu nutzen, dem Bewohner des Karsts oder der Lüneburger Heide, Vieh und Streu statt Holz auf seinem „Waldland" zu produzieren. Der Staat als Kulturträger kann

ihnen gegenüber mit Machtmitteln nicht eingreifen. Dagegen kann er es und soll er es mit all jenen nicht mit Zwang verbundenen Maßregeln der Beratung, der Belehrung, des Beispiels, der Unterstützung. Für die Waldböden, die der Waldwirtschaft nicht unterliegen, steht ihm weiter als ein wirksames Mittel zur Verfügung der Erwerb im freien Verkehr, die Überführung und die Bewirtschaftung in Eigenregie. Eben hier ist der Staat, mit Einschluß der nachgeordneten, mit Teilfunktionen der Staatsgewalt ausgestatteten Körperschaften, besonders geeignet, seinerseits einzugreifen, da der privaten Unternehmung zur Aufforstung vielfach nicht so sehr die Neigung wie die Kraft fehlt. So entsteht auch auf diese Weise als eine Konsequenz staatlicher Kulturaufgaben ein Staatsforstbesitz.

Das vorstehend Ausgeführte soll, kurz zusammengefaßt, darlegen, daß ganz unabhängig von dem vorhandenen, aus den verschiedenartigsten Quellen entstandenen Staatswaldbesitz für die Staatsgewalt aus der Verfolgung ihrer Zwecke die Aufgabe besteht, Wald oder Waldland zu übernehmen und zu bewirtschaften. Die Sicherung der Schutzwirkungen des Waldes unter gewissen Voraussetzungen, die Erstrebung der je besten Bodenbenutzung nötigen zur Begründung und Erhaltung von Staatswald, auch wenn aus anderen Entstehungsgründen sonst keiner vorhanden wäre. Der Staatswald ist ein Ausfluß des modernen Staatsbegriffs.

Die Bewirtschaftung des Staatswaldes und ebenso die Veränderungen in dessen Besitzstande erhalten dadurch ihr eigenartiges Gepräge. Die Schutzwaldwirkung, das sahen wir, streitet in verschiedener Abstufung wider das privatwirtschaftliche Streben nach einer höchsten Rente. Für den Staat als Eigentümer von Schutzwaldgelände ist diese Wirkung bestimmend. Sie in erster Linie muß gewährleistet werden, selbst bis zum völligen Verzicht auf einen finanziellen Reinertrag. Schutzwald als solcher fällt aus dem Rahmen des Staatsgutes heraus und nimmt die Natur der Staatsanstalt an. Dagegen deckt sich das gemeinwirtschaftliche Streben nach bester Bodenbenutzung bei der Behandlung des daraus resultierenden Staatswaldes grundsätzlich mit dem privatwirtschaftlichen Streben nach Reinertrag. Denn eben die Erzielbarkeit einer höchsten Rente veranlaßt zum Erwerb und zur Erhaltung von Staatswald auf Waldboden. Es folgt daraus: Aller Staatswald, der nicht Schutzwaldcharakter hat, muß nach dem Prinzip der größten Rentabilität bewirtschaftet werden. Er bildet einen Teil des Staatsgutes, des Erwerbsvermögens des Staates, das die Staatsforstverwaltung im Interesse aller Staatsangehörigen zu höchster Ergiebigkeit zu bringen verpflichtet ist.

Die gleichen Grundsätze bestimmen auch die Änderungen des Staatsforstbesitzes. Für den Erwerb sind entscheidend Erwägungen der Verwaltung, für die Veräußerung solche der Finanz. Der Erwerb fordert die mittelbare Förderung des Gesamtwohls, sei es durch Sicherung der Schutzwaldwirkung

oder durch Verbesserung der Bodenbenutzung. Für die Praxis bilden hierbei den Maßstab die Dringlichkeit und der schon in der älteren Finanzpolitik vertretene Grundsatz, daß die Verpflichtung des Staates allgemein nicht über den Betrag hinausgehe, der aus Veräußerung von Staatswald zur Verfügung steht.

Auch ohne eine genaue statistische Ausscheidung dessen, was Schutzwaldeigenschaft hat, ist es sicher, daß der Anteil des Schutzwaldes wie am Gesamtwalde so am Staatswalde nicht groß ist. Die meisten Staatsforsten fallen unter den Begriff des Staatsgutes. Ist nun der Staat als Wirtschaftssubjekt eben zum Betreiben von Waldwirtschaft wohl geeignet, so liegt zur Veräußerung von forstwirtschaftlich genutztem Staatsgut so lange kein Anlaß vor, als diese Nutzung die wirtschaftlich rentabelste unter den technisch möglichen bildet. Ist oder wird das aber anders, so beginnt die Verpflichtung, solchen Staatsgrund, der anders als forstwirtschaftlich nur in der Hand der Privatunternehmung zu höchster Rentabilität zu bringen ist, zu veräußern. Auch hier besteht praktisch eine Begrenzung, die in dem volkswirtschaftlichen Bedürfnis und der danach hervortretenden örtlichen Nachfrage gegeben ist. In der Verwendung des Erlöses ist der Staat finanzpolitisch gebunden. Die Pflicht der dauernden Erhaltung des Staatsvermögens, an dem der jeweils lebenden Generation nur der Fruchtgenuß zusteht, fordert, daß der Erlös wieder zum Erwerb von Staatsgut (oder zur Schuldentilgung) benutzt werde. Der Forstverwaltung bietet sich derartiges von selbst in erwerbungsfähigem Schutzwald, Schutzwaldgelände, Waldboden.

Vergleicht man mit diesen deduktiv gewonnenen Sätzen die Forstpolitik des preußischen Staates, so zeigt sich, daß diese ihnen entsprochen hat und auch heute noch entspricht. Dies gilt im besondern auch hinsichtlich des in der Tagespresse viel angefochtenen Verkaufs von Forstgrund in der Nähe von Berlin. Mit diesem hat die Forstverwaltung nicht nur recht getan, sondern eine wohlbegründete Pflicht gegenüber den Gemeininteressen erfüllt, indem sie ein begehrtes Gelände zu Preisen abgab, wie sie nur für Baugrund gezahlt werden können, und dafür Ödland erwarb, das ganz oder nahezu ertraglos von ihr in gut rentables Waldland umgewandelt wird.

Hierbei muß schließlich noch auf einen Punkt eingegangen werden, der in der bisher gegebenen Darlegung nicht berücksichtigt worden ist, in der öffentlichen Diskussion aber eine bedeutende Rolle spielt, der Einfluß des Waldes auf die Gesundheit und das Wohlbefinden der Menschen. Ein solcher Einfluß besteht und gehört nicht bloß zu den wirtschaftlichen Imponderabilien. Zwar nicht der Wald als solcher ist es, der besondere oder eigenartige Einflüsse auf die menschliche Gesundheit ausübt. Die Waldbewohner sind im Urwald wie im Kulturland nicht die gesunderen oder kräftigeren. Eher ließe sich das Gegenteil erweisen. Wohl aber bildet

der Wald für den Menschen hochgesteigerter Kultur, zumal den Bewohnern der Großstadt eine Stätte zeitweiliger Ausspannung, Beruhigung, Erholung. Von Alters her ist das deutsche Gemüt empfänglich gewesen für die Schönheit des Waldes, der mehr als sonst eine Landschaft den Urquell des Seins, die unverfälschte, frei waltende Natur dem empfänglichen Auge zeigt. Die in den Großstädten eng beieinander wohnenden Menschen bilden einen immerhin erheblichen Bruchteil der Gesamtbevölkerung, Groß-Berlin allein ca. 8 % der Einwohnerschaft Preußens. Wenn die Staatswissenschaft dem modernen Staate neben dem Macht- und Rechtszweck in steigendem Maße sowohl den Kulturzweck wie auch den Wohlfahrtszweck beilegt, darf man wohl auch die Förderung und Erhaltung jener Waldwirkung unter dessen Wohlfahrtsaufgaben einreihen, mit demselben Recht wie die von Museen, Schausammlungen, Theatern, deren Kostenaufwand auch nur sehr mittelbar reproduktiv wirkt.

Dieser Aufgabe wird in der Tat auch Rechnung getragen. Die Forstverwaltung öffnet, nur unter den nötigen ordnungs- und sicherheitspolizeilichen Beschränkungen, ihre Wälder dem naturhungerigen Wanderer, ja schafft Parkanlagen, Waldwege, Rastplätze, oft mit erheblichen Aufwendungen, unter Verzicht auf den höchstmöglichen Wirtschaftserfolg, nimmt auch damit verbundene oftmals recht fühlbare Erschwerungen des Forstdienstes in Kauf. Im besonderen hat sie in der Oberförsterei Grunewald dem Erholungsbedürfnisse der Berliner in einem Umfange Rechnung getragen, der einen Ertrag aus forstwirtschaftlicher Bodenbenutzung nachgerade ausschließt. Es wird auf Kahlschlag verzichtet, alte Bäume und Bestände bleiben mit Rücksicht auf das Landschaftsbild über ihre Haubarkeit erhalten. Für die parkartige Bestockung werden Ziergehölze mit namhaften Aufwendungen erzogen und verpflanzt, Wege für Fußgänger, für Reit-, Fahrrad-, Automobil-Verkehr für hunderttausende von Mark hergestellt und erhalten, für Beleuchtung, die niemals der Wald, nur der Park braucht, umfassend Sorge getragen. Die Summe derartiger Aufwendungen zusammen mit den dem Forstfiskus aus der Aufgabe rein forstlicher Interessenwirtschaft entgehenden Einnahmen sind derart angewachsen, daß das Revier einen Reinertrag überhaupt nicht mehr liefern würde, würden nicht aus Verpachtungen an Gastwirtschaften, Bootsverleiher, Budenbesitzer und aus sonstigen wieder nur den städtischen Bedürfnissen entsprungenen und dienenden Bodenbenutzungsformen einige Einnahmen erzielt. In ähnlicher nur minder umfänglicher Weise sind die anderen fiskalischen Waldungen in der weiteren Nachbarschaft Berlins der Wohlfahrtspflege erschlossen. Aber hierin über ein durch gewordene Tradition und allgemeine Staatsräson etwa gebotenes Maß hinauszugehen, darf der obersten Staatsgewalt nicht mehr angesonnen werden, nachdem dezentralistisch Teile der staatlichen Aufgaben und zumal die regionale Wohlfahrtspflege den nachgeordneten territorialen Organisationen,

den Kommunen im weiteren Sinne, übertragen sind. Für das Wohlbefinden der Berliner hat in erster Linie die Stadt Berlin, nicht der Staat Preußen zu sorgen. Den Vertretungen der Kommunalinteressen liegt es ob, jene dem Walde zugeschriebenen förderlichen Einflüsse sicherzustellen. Wollte der Staat einseitig nur im Interesse dieses relativ kleinen Teils der Landesbevölkerung solche Opfer bringen, wie sie die Erhaltung eines standörtlich zumeist nicht einmal hochwertigen Waldes in der Nähe Berlins in sich schließt, so würde er zugunsten einer kleinen Minderheit die Gesamtheit in nicht zu rechtfertigender Weise um die Früchte der kulturellen und materiellen Verbesserungen schädigen, die der Erlös aus dem Verkauf ermöglichte. Hierbei kommt auch anteilig der oben erwähnte Faktor, die Fähigkeit des Waldes zur Lieferung des wirtschaftlich nötigen Holzes, zur Geltung.

Kürzlich ist die Wuhlheide, etwa 500 ha, für 29 Mill. M., der Quadratmeter für 5 M., der Hektar für 50 000 M. veräußert worden. Die vom Grunewald veräußerten Teile haben mehr als den doppelten Betrag ergeben. Legt man dennoch nur 5 M. für den Quadratmeter zugrunde, so ergibt der rund 4000 ha große Grunewald einen Erlös von 200 Mill. M. In den östlichen Provinzen ist Ödland und geringes Weideland für 100 bis 120, im Ebbegebirge Westfalens für 200 bis 300 M. pro Hektar käuflich. Für jene 200 Mill. M. kann also eine Waldbodenfläche von ³/₄ bis 1 Mill. ha erworben werden. Wenn auf solchem Gelände mit der Zeit ein ertragreicher Wald entsteht, wird das ganze preußische und deutsche Vaterland einschließlich Berlins und seiner Bewohner die Früchte der umsichtigen und weitblickenden Forstpolitik dankbar genießen.

Einiges zu der Buchenmast 1909.

Von Forstmeister **Michaelis.**

Der reiche Segen des Mastjahres 1909 hat nicht nach allen Richtungen hin die Erwartungen erfüllt, die man darauf gesetzt hatte. Es müssen zu viele vorhergehende, begleitende und nachfolgende Umstände sich günstig gestalten, um den vollen Erfolg zu sichern. Das zeigt in jedem Buchenrevier die Geschichte. Kleine Masten haben häufiger unerwartet günstigen Erfolg gebracht, große sind trotz aller daran geknüpften weitgehenden Erwartungen in Wirklichkeit nur mit unverhältnismäßig geringen Flächen in der Reihe der Bestandsbegründungen ihrer Zeit vertreten. Ein auf den Oberförstereien der Provinz Hannover zu findendes Schriftchen Burckhardts vom Jahre 1861, unter dem Titel „Buchenzucht", befaßt sich mit der Aufgabe, das jüngst Erlebte jener Zeit festzuhalten und daraus die belehrenden Folgerungen zu ziehen. Es schließt an die Sprangmasten von 1853, 1857 und 1858, sowie an die gute Mast von 1860 an und gibt im engeren über die dabei vom Oberforstmeister von Seebach im Solling ge-

machten Wahrnehmungen Aufschluß. Alsdann bringt Burckhardt seine eigenen über dieses Gebiet hinausgehenden Erfahrungen und seine im weiteren Umfange darauf gegründeten allgemeinen Folgerungen zum Ausdruck. Was hier in bezug auf das Buntsandsteingebiet des Solling ausgesprochen ist, spiegelt sich im grundsätzlichen auch in der umfassender gehaltenen Behandlung seines „Säen und Pflanzen" wieder. Der Kern dieser Ausführungen läßt sich kurz dahin zusammenfassen. Ein bestimmtes Rezept, das für alle Verhältnisse paßte, läßt sich nicht angeben. Der Buchenzüchter hat dem Rechnung zu tragen, was die Verhältnisse, mit denen er zu tun hat, an die Hand geben. Je schwieriger ein Boden bei der Buchenverjüngung sich anläßt, desto mehr tut künstliche Unterstützung not. Wo sie nicht zu entbehren, ist baldige Hilfe doppelte Hilfe. Auch mit der Hacke kann man zu spät kommen. Deshalb sollte man diese Hilfen, wo sie sich als unentbehrlich erweisen, zeitig und gründlich anwenden. Weitausholende allmählich weitergeführte Vorbereitungshiebe sind von besonderem Wert sowohl für das Empfänglichwerden des Bodens wie für die Entwicklung des Bestandes und sein Samenerträgnis. Im übrigen habe das altbewährte Eintreiben von Schweineherden seinen unverkennbaren Nutzen. Es sei eins der besten kostenlosen Mittel zur Förderung der Ansamung.

Besondere Nachteile hätten die Spätfröste gebracht. Späte Frühjahrssaaten, welche diese vermieden, seien regelmäßig gelungen. Zum Verholzen bleibe auch den Spätsaaten noch Zeit genug. Vor allem aber sei es bei der leichten Durchwinterung der Bucheln ratsam, allen möglicherweise drohenden Gefahren, die sich im Herbst noch nicht übersehen lassen, mit einem Reservevorrat an Bucheln entgegen zu gehen. Bedürfe man ihrer unter glücklichen Verhältnissen im Frühjahr nicht für die eigenen Buchenverjüngungen, so biete sich in jedem Revier Gelegenheit genug, sie zu Unterbau- und ähnlichen Zwecken nützlich zu verwenden oder Nachbarrevieren damit auszuhelfen.

Im Anschluß hieran wurde 1909 angesichts der reichen Mast folgender Plan für den Bramwald entworfen. Vorbereitende Hiebe waren seit geraumer Zeit in ausgedehntem Maße geführt und hatten ihren Zweck erfüllt. Um sicher zu gehen, bedurfte es aber noch einer ganzen Reihe von Nachhilfen für die Gegenwart. Bedauerlicherweise hatte es nicht gelingen wollen, aus den benachbarten Ortschaften auch nur eine einzige Schweineherde in den Wald zu bekommen. Es war von vornherein bei den beschränkten zur Verfügung stehenden Mitteln ausgeschlossen, den gesamten Inhalt des reichhaltigen Wunschzettels zu erfüllen und zu bestreiten. In erster Linie bedurften der Nachhilfe mit der Hacke und entsprechender Nachsaat die sehr unsicheren, mit Beerkraut überzogenen und sonst verödeten älteren Verjüngungsflächen. In zweiter Linie standen solche Bodenzustände, die zwar nicht ganz sicher waren, aber bei günstiger Entwicklung der Dinge vielleicht der Nachhilfe entbehren

konnten. Daneben gab es in dritter Linie Eichenbestände, für die Unterbau in Frage kam, und ältere gelichtete Fichtenorte, für die es zwecks Bekämpfung starker Trockentorfschichten wünschenswert erschien, auf wohlfeile Weise Buchen einzubringen, die später in den Jungbestand, und sei es auch nur als Stockausschlag, mit übergehen und wohltuend die Humusmischung beeinflussen könnten.

Zurückgestellt von ernsten Verjüngungsabsichten blieben die Bestände, in denen die Vorbereitungshiebe noch nicht so weit gediehen waren, daß von einer ausreichenden Empfänglichkeit hätte die Rede sein können. Das kommt noch, hatte also für diesmal gar keine Eile. Solche Flächen waren übrigens nur in geringer Ausdehnung vorhanden.

Für die sehr unsicheren wurde gründliche Bearbeitung, zur Kostenersparnis in Plätzen, mit Einsaat von 1,5 Neuscheffel Bucheln vorgesehen auf rund 27 ha. Bei den nicht ganz sicheren (32 ha) wurde die endgültige Entscheidung dem Befund im Mai 1910 anheimgegeben und gesagt: a) Falls ausreichende natürliche Ansamung ausbleiben sollte, Nachsaat Mitte Mai auf Plätzen wie vor. b) Oder im Falle ausreichender natürlicher Ansamung Verwendung des Saatgutes zum Einstufen in den erwähnten Eichen- und Fichtenbeständen.

Ausbleiben der Maifröste und die sonst günstige Entwicklung der Witterungsverhältnisse gestatteten durchweg von dem Fall b Gebrauch zu machen. Es kamen auf diese Weise zur Verwendung:

28 Neuscheffel auf 26 ha in Eichen,
29 " " 29 " " Fichten.

Sehen wir zunächst zu, in welchem Umfange der Herbst 1909 seine reiche Buchenmast über den Bramwald ausgeschüttet hatte und wie es dieser weiter erging. Um in Zahlen einen Überblick zu gewinnen, wurde in 26 älteren Buchenbeständen entsprechender Größe an fünf von einander getrennt liegenden Stellen, blindlings ohne Wahl herausgegriffen, je 1 qm abgesteckt und auf jedem die Anzahl der darauf liegenden Bucheln gezählt, und dann weiter festgestellt, wie viel Stück in jedem Falle gut, wie viel schlecht waren. Diese erste Zählung geschah vom 1. bis 15. November 1909, also zu einer Zeit, wo alles von den Bäumen herunter sein mußte und noch nicht gar viel von Tieren des Waldes aufgenommen sein konnte.

Zur Feststellung der Winterverluste wurde in den nämlichen Örtlichkeiten eine zweite Zählung in der Zeit vom 1. bis 6. Mai 1910 vorgenommen.

Ebenso wurde in Beständen der Dransfelder Stadtforst auf Muschelkalk und Basalt verfahren.

Die Mittel ergaben pro Quadratmeter:

Zeit der Zählung	Gefunden pro qm	Davon gut	Davon taub	Zeit der Zählung	Gefunden pro qm	Davon gut: gekeimt	Davon gut: noch nicht gekeimt	Davon zweifelhaft: gekeimt, Wurzeltrieb erfroren	Davon zweifelhaft: gekeimt, aber sonst beschädigt	Davon schlecht: faul	Davon schlecht: taub	Außerdem vermißt
	Stck	Stck.	Stck.		Stck.	Stck.	Stck.	Stck.	Stck.	Stck.	Stck	Stck.
a) Auf Buntsandstein:												
1909 1.—15. Nov.	522	456	66	1910 1.—6. Mai	**206**	42	5	53	7	31	68	**316**
Prozent	*100*	*87*	*13*		*39*	*8*	*1*	*10*	*1*	*6*	*13*	*61*
b) Auf Muschelkalk und Basalt:												
	360	324	36		**30**	8	.	7	2	7	6	**330**
Prozent	*100*	*90*	*10*		*8*	*2*	.	*2*	.	*2*	*2*	*92*

Abgesehen vom Schlußstand und Alter wird oft genug ohne weiteres angenommen, daß auch Güteklasse, Höhenlage, Abdachung einen ins Gewicht fallenden Einfluß auf das Samenerträgnis äußern müssen. Doch ist wohl von vornherein vorauszusetzen, daß in so reichen Mastjahren wie 1909 derartige Unterschiede sich am wenigsten bemerkbar machen werden. Die Probe darauf ergab, daß die Güteklassen I, II, III ungefähr den Durchschnitt hielten und nur IV und V um etwas zurückblieben. Die Höhenlagen von 200 bis 300 m stellten sich etwa 5 % über, die von 301 bis 380 m um ebensoviel unter dem Durchschnitt. Die Abdachung ergab für die Hochfläche sowie die Nord- und Osthänge etwas weniger, für die Süd- und Westlagen ein geringes Mehr als den Durchschnitt. Das Alter 61—100 blieb um rund 20 % hinter dem Durchschnitt zurück, das Alter 101—140 noch um ungefähr 12 %, während das Alter 141—180 erheblich über den Durchschnitt hinausging mit einem Höchstbetrag von 1090 Stück pro Quadratmeter. Dabei spricht aber weiter mit, daß diese ältesten Bestände auch ausnahmslos bereits recht licht stehen, von 0,7—0,6 bis herab zu 0,5—0,3 des Vollbestandes.

Am auffälligsten sind die Unterschiede im Samenerträgnis nach dem Schlußstand, sie beziffern sich

in absoluter Höhe für 0,9—0,8 zu 0,7—0,6 zu 0,5—0,3
auf 492 Stück, 630 Stück, 484 Stück,
und stellen sich relativ wie 1,0 zu 1,7 zu 2,1.

Noch fehlte es für die Schätzung des Umfanges der möglichen Ansamung an einem Anhalt dafür, welcher ungefähre Anteil von den als „zweifelhaft" bezeichneten gekeimten Bucheln als heilbar, welcher als verloren anzusehen sei. Mein Sohn, der damals als Forstbeflissener hier in

der Lehre stand, richtete daher ein Lazarett für derartig beschädigte Buchenkeimlinge ein, um festzustellen, was davon unter Verhältnissen, die denen im Freien möglichst nahe kamen, noch wieder zur Ausheilung gelangen könnte, und mit welchem Zeitverlust sich das vollziehen würde.

Die beschädigten Keimlinge waren, nachdem sie etwa acht Frostnächten ausgesetzt gewesen, am 26. März 1910 entnommen, und zwar einerseits einem Bestande, der ungeschützt an einem Wiesental zwischen 150 und 200 m sich hinaufzieht und sehr viele, fast gänzlich erfrorene Wurzeltriebe aufwies, Distr. 138. Getrennt beobachtet wurden die mit besonders langen und weniger langen Wurzeltrieben. Ein zweiter Bestand am Westhang zwischen 300 und 350 m Höhe, Distr. 107, hatte durch seinen reichen Altbestand entsprechend Schutz genossen. Was hier entnommen wurde, konnte nur als halberfroren oder angefroren gelten. Weiter kamen dann noch solche in Betracht, die keinen Frostschaden zeigten, deren Wurzeltriebe aber an verschiedenen Stellen sonstwie beschädigt oder abgebrochen waren. Eine Entfernung schadhafter Teile hat nicht stattgefunden. Das Buchenlazarett befand sich bis zum 30. März im Freien, mußte dann aber, um jeden Tierschaden abzuwenden, in einen unbewohnten offenen Raum, mit derselben Temperatur wie draußen, gebracht werden. Wasser wurde je nach dem herrschenden Wetter in möglichst derselben Menge zugeführt wie im Freien. Der Versuch ergab, daß bei den durch Frost beschädigten Wurzeltrieben der erfrorene Teil abgestoßen wurde, während sich am Ende der lebenden Wurzel ein Wulst bildete, aus dem nach allen Seiten Ersatzwurzeln hervorwuchsen, die dem Keimling ermöglichten, sich aufzurichten. Dasselbe war bei den Bucheckern mit abgebrochenem oder sonst beschädigtem Wurzeltrieb der Fall. Dagegen wurde beobachtet, daß einzelne der verletzten Keimlinge die Samenlappen entwickelten, ohne sich aufzurichten. Bei diesen waren die Ersatzwurzeln noch garnicht oder zu schwach entwickelt, um den schweren Kopf halten zu können. Die Wurzeltriebe, die nur angefroren waren, also nicht durch und durch vom Frost gelitten hatten, wuchsen nach kurzer Ruhe weiter, die verletzte Haut fiel wie Schorf ab. Die Nebenwurzeln entwickelten sich hier, wie bei ganz unverletzten Wurzeltrieben, in verschiedenen Abständen einzeln an der Hauptwurzel. Das Endergebnis war das folgende:

Vom 18. April bis 21. Mai hatten alle der am 26. März unter Beobachtung genommenen verletzten Keimlinge ihre Samenlappen vollständig entwickelt oder waren verdorben. Dazu sei im übrigen bemerkt, daß unter dem Schirm des Altbestandes in geschützter Lage auf Südwesthang in etwa 260 m Höhe die ersten Buchenkeimlinge mit vollständig entfalteten Samenlappen am 6. April gefunden wurden, am 20. April die erste grüne herrschende Buche, während um Mitte Mai die Mehrzahl der Buchenkeimlinge mit entwickelten Samenlappen dastand. Von den Keimlingen mit fast gänzlich erfrorenem Wurzeltrieb waren 37 % zur Weiterentwicklung ge-

kommen, von denen mit ganz besonders langem Wurzeltrieb nur 28 %, von den halberfrorenen 62 %, von den angefrorenen 78 %, von denen mit sonstigen Verletzungen ohne Frost 100 %.

Man wird also rechnen dürfen, daß von den im Wurzeltrieb erfrorenen und angefrorenen Keimlingen doch etwa 50 % sich weiter entwickeln, während das bei sonstigen Beschädigungen bald alle vermögen, allerdings immer mit entsprechendem Zeit- und Kraftverlust. Mithin würden wir immer noch rechnen können, daß im Mai 1910 hier a) auf Buntsandstein etwa 15 % des Herbstvorrats oder 80 Stück pro Quadratmeter, das wären pro Hektar 80 000 Stück, sich zu brauchbaren Keimpflanzen entwickelt haben, b) auf dem Basalt und Muschelkalk bei Dransfeld allerdings nur noch etwa 3 % oder 13 Stück pro Quadratmeter, das wären pro Hektar 13 000 Stück. Mittlerweile sind es sicher nicht mehr, wohl aber weiter weniger geworden.

Ins Auge fallende und annähernd gleichmäßig wiederkehrende Unterschiede zwischen leicht begrünten und nicht begrünten, im Winter 1909/10 gehauenen und nicht gehauenen Beständen treten hinsichtlich der erlittenen Winterverluste nicht hervor. Dagegen scheinen die länger vom Schnee bedeckt gewesenen Flächen auf der Höhe, sowie an den Nord- und Osthängen eine etwas größere Neigung zum Faulwerden der Bucheln gezeigt zu haben, wenngleich im allgemeinen der Abgang durch Fäulnis, also im wesentlichen durch Pilze, auffallend gering geblieben ist.

Die Vermißten, 61 % und 92 % des Herbstvorrats, die im Frühjahr nicht mehr zu finden waren, sind auf das Konto der Tiere des Waldes zu setzen, und zwar in der Hauptsache wohl auf Mäuse und Finken. Großwild kommt nur in beschränktem Maße in Frage. Der einzige noch umherbummelnde Keiler war allerdings, als er erlegt wurde, derart nur von zerschrotenen Bucheln vollgepfropft, daß man hätte glauben sollen, er müßte davon geplatzt sein. Das wenige Rotwild, das anfangs sehr gierig über die Bucheckern herfiel, gab schon Ende Dezember, wie der Mageninhalt erlegter Stücke bewies, die Vorliebe für Bucheln auf, so daß etwa bis in den April, wo noch ein verunglücktes Stück zur Untersuchung Gelegenheit bot, von der aufgenommenen Äsung nur noch ein auffallend geringer Anteil auf Bucheln entfiel. Dagegen sah man Rehe fortgesetzt auf der Suche nach Bucheln, bis der Buchensalat ihnen die Kost in noch schmackhafterer Form bot.

Schon im Januar, besonders aber im Februar und März 1910, wurden ungeheuer große Scharen von Bergfinken beobachtet, deren eine der größten zum Vorüberziehen, nach der Uhr gesehen, hier an der Weserseite über 2½ Minuten gebraucht hat. Die das übrige Hügelland um rund 100 m überragenden Dransfelder Höhen haben von jeher in besonderem Maße für den Vogelzug als Vogelsberge gegolten. Dort wird der überaus starke Verlust hauptsächlich auf Rechnung der Finken kommen, sonst im Bramwald noch mehr den Mäusen zuzuschreiben sein.

Mit Beginn des Herbstes machten sich im Walde die Mäuse bemerkbar, und zwar meist Arvicola glareolus. Der Herbst mit seiner reichen Buchenmast, dazu der sehr milde Winter waren der weiteren Vermehrung sehr günstig. Im Frühjahr 1910 begann es im Walde von Mäusen zu wimmeln. Wie groß die Winterverluste an Bucheln in Wirklichkeit bereits waren, fand erst seine Bestätigung durch die zweite Zählung Anfang Mai. Es wurden die Mittel erbeten, um in größerem Umfange mit Löfflerschem Mäusetyphusbazillus vorzugehen. Die Auslage konnte leider erst von Mitte Mai ab geschehen, nachdem im Freien die Mehrzahl der Bucheln aufgelaufen war. Bedacht wurden außer den Kämpen rund 250 ha Buchenverjüngungsflächen in entsprechender Verteilung. In alten Stöcken, Holzstößen, zwischen spannrückigen Wurzelanläufen waren hauptsächlich die Mäusequartiere zu finden. Die Auslage der Bazillen geschah in Kämpen mit Weißbrotbrocken, sonst mit Hafer. Beides wurde in gleicher Weise sofort angenommen und aufgezehrt. Ein gemeinsames Vorgehen mit den benachbarten Feldmarken konnte im Frühjahr noch nicht, sondern erst zur Herbstbestellung erreicht werden.

Im Walde wurde es allmählich stiller. Von eingegangenen Mäusen konnte im Walde nur 1 M. silvaticus gebracht werden, in der dann Typhusbazillen nachweisbar waren. Während man im Walde eine Abnahme der Mäuse bemerkte, hörte man um so mehr die Klagen der Landwirte über die Mäuseplage im Felde. Es hat nicht mit Bestimmtheit festgestellt werden können, daß A. glareolus im Felde angetroffen wäre, dagegen häufig M. silvaticus zwischen A. arvalis. Später aber, und zwar weit eher als auch im Felde mit dem Mäusetyphus begonnen wurde, sind beim Mähen von Klee und von Roggen wiederholt tote Mäuse von M. silvaticus im Felde gefunden. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß es sich um Zuwanderer handelte, die bereits im Walde verseucht waren. Ein Zuwandern aus dem Walde muß unzweifelhaft nach dem Auflaufen der Buchenmast stattgefunden haben. Von der Zeit ab, wo etwa vom 1. bis 10. Juni der Roggen geblüht hatte und die Körner ansetzte bis zur Ernte hin zeigte sich eine eigentümliche Beschädigung der Roggenstücke, am auffälligsten gerade in der Waldnähe auf etwa 100 bis 300 m. Hier wurden mehr und mehr die Ähren mit dem obersten Halmende abgebissen und lagen meist ausgefressen am Boden. Anstandsjäger im Felde wollen beobachtet haben, daß Mäuse die Halme als Kletterstangen benutzten und, wo der Halm sie nicht weiter trug, diesen abbissen. An sich nicht unwahrscheinlich. Leider hat man keine von diesen Mäusen zur Feststellung der Art eingeliefert. Ein solches Roggenstück an der Mündener Straße gegenüber Vaake, in unmittelbarer Waldnähe, umgeben von lauter Haferstücken, deren Entwicklung entsprechend zurück war, stand zurzeit der Ernte auf der einen Hälfte mit lauter Halmen ohne Ähren da. Wild konnte nicht in Frage kommen, das hätte sich spüren

müssen. Leider wurde auch hier keine Maus bei der Tat erschlagen. Nur die geköpften Halme konnten durch die Kamera festgehalten werden. Während im Verlauf des Sommers im Walde immer weniger Mäuse zu beobachten waren, stieg die Mäuseplage im Felde bis zur Unerträglichkeit. Im Walde mußten die Mäuse entweder eingegangen oder ausgewandert sein. Zurzeit der Herbstbestellung entschloß man sich endlich, auch im Felde gemeinsam vom Mäusetyphus Gebrauch zu machen. Die Wirkung scheint auch hier nicht ausgeblieben zu sein. Leute, die noch spät im November und Dezember gepflügt haben, sind auf viele tote Mäuse gestoßen. Von Herbsteinwanderung in den Wald ist bisher nichts wahrgenommen, wie man denn auch jetzt im Walde nur noch wenig von Mäusen sieht und spürt. Es handelt sich dabei auch jetzt meist um A. glareolus, weniger M. silvaticus. Nochmals im Herbst und vor Winter in den Buchenverjüngungen zum Mäusetyphus zu greifen, erschien daher nicht erforderlich. Nur für die Kämpe wurde eine solche nochmalige Säuberung auf alle Fälle als ratsam angesehen.

Aufgewendet sind im ganzen gegen Mäuse in der angegebenen Weise 320 M.

Besonders verhängnisvoll sollte noch die Mäuseplage für unsere späte Frühjahrsaussaat des sorgsam aufbewahrten Reservevorrats an Bucheln werden. Er brauchte, wie oben erwähnt, nicht zu Ergänzungssaaten in den Buchenverjüngungen benutzt zu werden, sondern konnte zu Stecksaaten für Unterbauzwecke in Eichen und für Einbringung von Buchen in gelichtete Fichten Verwendung finden. Allein es rächte sich, daß wir nicht schon im Februar, anstatt erst im Mai, den Mäusen mit Typhusbazillen zu Leibe gegangen waren. Im Februar erschien die Mäusevermehrung bereits bedenklich. Man wollte aber an eine Gefahr noch nicht glauben, bis die Maizählungen über den Umfang der Winterverluste volle Klarheit brachten. Eine merkliche Verminderung der Mäuse hatte daher in der kurzen Zeit noch nicht eingetreten sein können, als die Buchecker Mitte Mai aufliefen und damit von der Speisekarte für die freßbegierige noch unverminderte Mäuseschar verschwanden. Just da erschienen wir mit unserem Reservevorrat wohlkonservierter Bucheln und richteten damit in Wirklichkeit zunächst weiter nichts aus, als eine Henkersmahlzeit für die zu vertilgenden Schädlinge. Ihre Freßlust reichte gerade noch, unsere Reserve zu verzehren, einerlei ob diese in Eichen und Fichten versteckt wurde oder als Ergänzungssaat in den Buchenschlägen Verwendung gefunden hätte. Der hervorragenden Nützlichkeit, welche die Erhaltung solchen Reservevorrats mit sich bringt, vermag dieser Mißerfolg nicht den geringsten Abbruch zu tun. Man hätte eben nur den Kampf gegen die Mäuse so viel früher aufnehmen und ihrer Herr sein müssen, ehe die Ernährungsverhältnisse im Walde sich derart verschoben und die Saatzeit gekommen war. Diese Zeit war versäumt und nicht wieder einzubringen.

Das, was vom Buchenaufschlag 1910 vorhanden ist, befriedigt nach seiner Zahl mehr als nach seiner kräftigen Entwicklung. Die beste Empfänglichkeit für die Ansamung hat auch hier wieder der Boden gezeigt, der das bis auf eine dünne Restschicht der letzten Abfalljahre bestzersetzte Laub und die Anfänge einer leichten Begrünung aufweist. Ein Mehr soll und ein Mehr braucht für Buche mit den voraufgehenden Hieben nicht erreicht zu werden, aber es muß erreicht sein, wenn die Mast kommt, sonst zählt es nicht mit. Neben den genannten sind Örtlichkeiten genug vorhanden, die zwar zur Verjüngung noch nicht bestimmt sind, in denen aber infolge der voraufgegangenen Durchforstungen im Herrschenden jene Vorbedingungen erfüllt waren und sich reichlich Aufschlag angefunden hat. Das stört nicht, im Gegenteil wird von solchen Stellen in einigen Jahren sehr willkommenes Material zum Auspflanzen mit Buchen für die Lücken in den Verjüngungen zu erwarten sein. Üppig ist, wie gesagt, von dem vorhandenen jüngsten Aufschlag nichts zu nennen, auch auf den Hackplätzen nicht, eher dünn, z. T. sogar dürftig. Aber alles ist fest angewurzelt und macht nicht den Eindruck, als wollte es gleich wieder vergehen.

Das weniger üppige Aussehen braucht vorläufig nicht weiter zu beunruhigen. Wie sehr die Jungwüchse in natürlichen Verjüngungen mit reichem Altholzschirm gegenüber den in Kämpen und gepflegten Handkulturen in der Entwicklung der ersten Jahre zurückstehen, ist allgemein bekannt, man könnte sie durchweg im Vergleich zu diesen als kümmerlich bezeichnen. Auch ist mir nicht erinnerlich, daß hier im Bramwald einjähriger Buchenaufschlag früherer von mir mit erlebter Mastjahre im allgemeinen kräftiger ausgesehen hätte. Man hält die Schläge dunkel genug, um im Fall des Mißlingens ein neues Samenjahr abwarten zu können, ohne inzwischen eine Schlagverwilderung befürchten zu müssen. Das Auge wird natürlich sehr viel mehr erfreut durch eine gleichmäßig auf der ganzen Fläche verteilte, dichte und üppig entwickelte Ansamung. Indessen gehören dazu entweder sehr günstige natürliche Verhältnisse oder ein Aufwand für Bodenbearbeitung, wie er sich nicht ohne weiteres überall aufbringen und vertreten läßt. Und selbst dann noch kann, wenn es das Unglück will, unter der Einwirkung widriger Zufälligkeiten das Ziel unerreicht bleiben. Alles gleichmäßig nur aus einem Guß zu erhalten, die Verjüngungsdauer möglichst abzukürzen, hat daher sein Vorbild wohl mehr aus der künstlichen als aus der Eigenart der Naturverjüngung genommen. Die letztere hat sich noch immer etwas ablehnend gegen die Bearbeitung mit der Hetzpeitsche gezeigt. Wohl läßt sich die Natur mit ihren willig gebotenen Kräften auf bestimmte Ziele allmählich hinleiten, aber nicht gut meistern und zu bestimmten Fristen zwingen, ganz abgesehen von ihrem Verhalten gegenüber etwaigen Plötzlichkeiten. Die Naturverjüngung ist an eine gewisse Langsamkeit gebunden und erfordert vom Wirtschafter neben gemessenem Vorgehen, daß er bei steter Achtsamkeit und ruhiger

Überlegung Geduld hat und warten kann. Gewiß zeigt uns die Geschichte der Naturverjüngungen auch, daß sie mit einem Schlage und in kürzester Zeit gelingen können, das sind aber meist Ausnahmen, mit denen man sich wenigstens hier in der Ausführung der Sache meist der Streifensaat unter Schirm aus der Hand sehr erheblich genähert hat. Sehen wir genauer hin, so läßt sich in der überwiegenden Zahl der Fälle an der Hand sorgfältiger Altersabzählungen nachweisen, daß von einzelnen Mastjahren, einerlei ob reich oder gering, ein Teil vorweg hineingekrümelt ist, dann folgen gewöhnlich ein oder auch zwei Mastjahre, welche die Hauptrekrutierung gebracht haben. Dabei fällt oft genug die Fülle des Samenerträgnisses weniger ins Gewicht als die Gunst der äußeren Umstände, wie Empfänglichkeit, begleitende und nachfolgende Witterungsverhältnisse. Später folgt ebenso ein Nachkrümeln aus nachfolgenden Mastjahren, wobei wir dann aber in der Regel schwer feststellen können, wie weit hier Menschenhand nachträglich im Spiele gewesen ist.

Es ist nicht ohne weiteres zu sagen, daß eine Verzögerung der Ansamung und damit Verlängerung des Verjüngungszeitraums schwerer wiegende wirtschaftliche Nachteile mit sich bringen müsse. Geht es rasch, wird man kleinerer im Betrieb stehender Flächen, geht es langsam, entsprechend größerer bedürfen. Das wird sich allmählich ganz von selbst auf das rechte Maß einstellen. Ein Zuwenig bringt Verlegenheiten, ein Mehr kann nicht schaden. Dieser Punkt läßt sich also ohne Nachteil überwinden, nur muß der Zuschnitt der Wirtschaft dazu beweglich genug sein.

Wichtiger ist die Frage der Entwicklung des Jungbestandes. Man hört so oft die Gleichaltrigkeit und Gleichmäßigkeit der Bestände über Gebühr betonen. Gleichaltrig ist noch längst nicht gleichmäßig und umgekehrt, auch lange nicht gleich hoch. All unsere Erziehungsmaßnahmen mit der Axt zielen in der späteren Entwicklung darauf ab, nicht allein für Abstandnehmen zu sorgen und dieses gleichmäßig durchzuführen, sondern auch eine Differenzierung, namentlich in der Höhenentwicklung, nach mehreren Etagen einzufügen. Trotzdem ich seit langer Zeit hier Jahr für Jahr recht viele Hektare aller Holzarten und Altersklassen selbst auszeichne, ist mir bis jetzt noch nicht aufgefallen, daß das in Naturverjüngungen mit längeren Verjüngungszeiträumen so viel schwieriger gewesen wäre als in gleichaltrigen Saat- oder Pflanzbeständen. Im Gegenteil, nach meinem Geschmack viel anziehender und wohl auch nutzbringender in den ersteren. Nun könnte ferner eingewendet werden, eine nicht dicht und gleichmäßig heraufgewachsene Verjüngung bereite nachher Schwierigkeiten, eine ausreichende Zahl gutgeformter Zukunftsstämme herauszupräparieren. Ich beschränke mich hier auf die später noch genauer ins Auge zu fassenden Bestände der letzten 60 Jahre, weil hier die Auszeichnungen im heutigen Sinne noch platzgreifen konnten, ehe etwa schon ein Teil der bestgeformten, aber nicht mehr unbedingt herr-

schenden Stämme beseitigt und dafür nach dem Grundsatz der Unantastbarkeit alles Herrschenden die vorwachsenden Besen stehen gelassen waren. Sie alle bis herab zu den jüngsten durchforstungsbedürftigen und durchforstungsfähigen Beständen sind während der letzten zwei Jahrzehnte alle 5 Jahre ausgemustert und haben nirgends einen Mangel an bessergeformten Zukunftsstämmen hervortreten lassen. Jedenfalls kann die Axt hinterher sehr vieles, ich möchte fast sagen, alles, was solche Verjüngungen nicht ideal geliefert haben, in das beste Verhältnis setzen, wenn man sie rechtzeitig und verständig gebraucht. Schwierig ist das notwendige Abstandnehmen lassen nur da geworden, wo die Verjüngungen von Anbeginn tadellos dicht und gedrängt „wie Haare auf dem Hunde" gestanden hatten. Da wurde im Interesse der Standfestigkeit, Stärke- und Kronenentwicklung ein Abstandnehmen mit Hilfe von Durchreiserungen dringendes Erfordernis zu einer Zeit, als noch mit Überschüssen für das gewonnene Holz nicht zu rechnen war, sondern die Arbeit in der Hauptsache nur Ausgaben brachte. Die Durchforstungsbedürftigkeit lag vor, aber die Durchforstungsfähigkeit mit Aussicht auf Überschüsse mangelte. Die dänische, auf dichteste Verjüngung so sehr bedachte Buchenwirtschaft muß vielleicht noch früher mit solchen Durchreiserungen anfangen, aber sie ist in der glücklichen Lage, jedes Reis mit Überschuß absetzen zu können. Bei uns kostet im gleichen Falle das unvermeidliche Abstandnehmen nur bares Geld. Also doppelte Ausgaben, in den meisten Fällen zur Schaffung des dichten Standes Bodenbearbeitung, zur Beseitigung nachteiligen Drängelns Durchreiserung mit abermaligen Geldopfern. Es entsteht daher die ernste Frage, ob der dichte und dichteste Jugendstand wirklich so viel Gewinn für die künftige Ausformung der Bestände in sich schließt, daß diese Kosten dadurch gerechtfertigt würden. So weit ich nach den hiesigen Verhältnissen mir ein Urteil zu bilden vermag, erscheint das zweifelhaft.

Lockerer — nicht lückiger — Stand der Ansamung hat hier genügt. Gegenüber dem bei uns vorwaltenden Streben nach wohlfeiler Einbringung wertvollerer Nutzholzarten (Einstufen oder Kleinpflanzung von Eichen, Einzeldurchpflanzung mit Nadelhölzern, besonders Fichte) droht dichter und dichtester Stand des Buchengrundbestandes den Einsprenglingen noch mehr mit Nachteilen, als dies für die eigene Art gilt. Überall sind hier die Verluste an den eingesprengten Eichen in der Jugend um so größer gewesen, je dichter die sie umgebende Buchenverjüngung im Grundbestande war. Je schlechter es der Buche zeitweilig erging (frühzeitiger Verlust des Buchenschirmbestandes durch Sturm — Distrikt 134, 135, 139 bis 142, 146 —, lockerer Stand im Distrikt 34, 36, 37, 93, 94, Frostlage im Distrikt 30, 31, 45, 46), um so vollständiger sind die Eichen gediehen. Dabei zeigt sich heute in keinem der für die letzten 60 Jahre in Betracht kommenden Bestände ein Mangel an dem erforderlichen Buchen-Zwischen-

und Unterstand. Wohl aber sind die als besonders gut gelungen, d. h. als dicht bestockt hervorgehobenen Buchenverjüngungen im Distrikt 83, 88, 136, trotz der erwähnten, mit Kosten verknüpften Durchreiserungen in der Entwicklung, besonders ihrer Stärke und Kronen, zurückgeblieben. Sie ähneln darum dem Bild übersäeter Bestände. Ohne Voreingenommenheit nach dieser oder jener Richtung hin gewinnt man den Eindruck, daß heute der gesundere und wertvollere Zustand der ganzen Entwicklung auf Seiten derjenigen Buchenbestände zu finden ist, welche nicht aus dichten und dichtesten Ansamungen hervorgegangen sind. Keinenfalls läßt der lockere Stand der frühen Jugend irgendwelchen nachteiligen Einfluß auf die spätere Entwicklung erkennen.

Um ein rechtes Bild von dem zu erhalten, was die vergangenen Jahrzehnte hier auf dem Gebiete der Buchenverjüngung erzielt haben und auf welche Weise dies erreicht ist, wollen wir noch 60 Jahre rückwärts den Verjüngungsbetrieb des Bramwaldes in seinen Hauptzügen uns vor Augen führen. Wir besitzen umfängliche Altersbestimmungen, abgeschlossen mit dem Jahre 1905. Diese haben eine Aufgabe für sich gebildet und sind bei jeder sich bietenden Gelegenheit ergänzt und vervollständigt worden. Wo die übrigens recht zahlreichen geschichtlichen Nachweise fehlten — nebenbei bemerkt, reichen die Kulturrechnungen in lückenloser Vollständigkeit bis 1819 zurück —, da haben Alterszählungen aller Art aushelfen müssen. Jedenfalls ließen sich die Bestandsbegründungsjahre soweit sicher feststellen, daß über die betreffenden Verjüngungsflächen und ihre Entstehung für die hier in Betracht kommenden letzten 60 Jahre kaum ein Zweifel offen bleiben konnte. Die Beurteilung der Beschaffenheit dieser Buchenbestände wird für mich durch meine genauere Bekanntschaft mit ihnen erleichtert. Die ältesten habe ich bald nach ihren ersten Durchforstungen kennen gelernt, also zu einer Zeit, wo man sich noch ein recht zutreffendes Bild davon machen kann, in welchem Zustande sie aus dem Dickungsalter und ihrer Verjüngung herausgewachsen sind. In allen späteren bin ich, während sie Dickungen waren und werden wollten, bei jagdlichen Unternehmungen weidlich umhergekommen, habe dabei manches in ihrer Entwicklung gesehen und alle Hiebs- wie Kulturmaßnahmen, Läuterungen, Durchreiserungen, Durchforstungen usw. selbst mitgemacht und angegeben.

Die beteiligten Mastjahre sind nach Zeit und Güte aus der tabellarischen Übersicht selbst ersichtlich. Im übrigen gibt diese von Jahrzehnt zu Jahrzehnt an, welche Flächengrößen zum Zweck der Buchenansamung Bodenbearbeitungen erfahren haben, wie viele gesammelte Bucheln dabei verwendet sind und ferner, welche Bestandesbegründungen vorab in Buche, ergänzend dazu auch in Eiche und Nadelholz diesem Zeitabschnitt ihr Dasein verdanken. In der Hauptsache interessiert hier nur die Buche.

Wirtschafts-Jahre	Nur zur Buchen-Besamung: Bodenbearbeitung ha	Nur zur Buchen-Besamung: Dazu gesammelte Bucheln verwendet Neuscheffel		Dieser Zeit entstammen an Bestandsbegründungen: überhaupt ha	davon Buche ha	davon Eiche ha	davon Nadelholz ha	Nach den Altersfeststellungen kommen dafür in Betracht die Buchen-Mastjahre (gut *mittel* gering)
1850/59	66	188	Für Kulturzwecke bis 1881 frei verfügbar jährlich rund 1600 unentgeltliche Handdiensttage.	251	60	48	143	(1840 1842 **1843** *1846* 1848) 1850 *1853* 1857 *1858* (*1860* **1862** *1866* **1869**). —
1860/69	67	364		232	69	32	131	(1850 *1853* 1857 *1858*) *1860* **1862** *1866* (**1869**). —
1870/81	167	222	Bis 1877 sehr ausgedehnte Weidelasten.	220	49	38	133	(*1860* **1862** *1866*) **1869** 1874 *1875* *1877* (1881 1884 **1888** *1890*). —
1882/89	139	330	Nach 1881 lediglich auf Barausgaben angewiesen.	203	35	118	50	(1874 *1875* *1877*) 1881 1884 **1888** (*1890* 1893 *1894* *1896* 1898)
1890/99	43	41	Nach 1877 weidefrei.	277	123	131	23	(1881 1884 **1888**) *1890* 1893 *1894* *1896* 1898 (*1900* 1904). —
1900/09	—	—		Noch nicht abschlußfähig.				(*1890* 1893 *1894* *1896* 1898) *1900* 1904. —
1910	27	40						

Bemerkungen. Die eingeklammerten vor und hinter dem betreffenden Jahrzehnt verzeichneten Mastjahre sind bei den Altersbestimmungen als an der Bestandsbegründung mitbeteiligt gefunden worden, jedoch ohne einen erheblichen Anteil auszumachen.

Die Angabe gut, mittel, gering bezeichnet nur die Güte der betreffenden Mastjahre, besagt also nichts über den Anteil, den die betreffende Mast an der Ansamung genommen hat.

Die Eigenart der Rechts- und Nutzungsverhältnisse vor und nach der Auseinandersetzung um 1880 konnte nicht ohne Einfluß auf den gesamten wirtschaftlichen Zuschnitt sein und mußte auch für den Verjüngungsbetrieb Wandlungen tief einschneidender Art mit sich bringen. So ausgedehnte Weide- und Streurechte, wie sie hier bestanden, können dafür nicht ohne Bedeutung bleiben. Hauptträger aller und alleiniger Träger der Weideberechtigungen war von den 2626 ha Holzboden der etwa 1700 ha umfassende „gemeine Bramewald“. Er beherbergte zur Weide und Mast nach den Zählungen von 1870 etwa 1700 Stck. Rindvieh, 7500 Schafe, 3200 Schweine, zusammen 12400 Stck., nicht mitgerechnet das ebenfalls berechtigte Spannvieh und die Gänse.

Der Aufsichtsdienst war für die geringe Beamtenzahl nicht leicht. Überhüten, zumal auch nächtliches, war kaum zu verhindern. Die Klagen über die durch das Weidevieh „ruinierten“ Verjüngungen werden daher nur zu gerechtfertigt gewesen sein. Dieser Nachteil überwog, so sehr auch der Nutzen des Schweineeintriebes zur Förderung der Ansamung in den Naturverjüngungen als eine willkommene kostenlose Hilfe zu schätzen war. Weiteren Einfluß auf den gesamten Verjüngungsbetrieb und die von ihm einzuschlagende Richtung übten die mit rund 1600 Arbeitstagen von den Holzberechtigten unentgeltlich zu leistenden Handdienste, welche bis 1881 dem Wirtschafter für Kulturzwecke frei zur Verfügung standen. Damit wäre auch heute noch der Aufwand für den Holzanbau glatt zu decken. So hat sich denn auch der Verjüngungsbetrieb jener Zeit darauf zugespitzt, daß man von Vorbereitungshieben, namentlich von weit ausholenden und langsam weitergeführten, keinen ausgedehnten Gebrauch machte, sondern das Hauptgewicht auf die Bodenbearbeitung mit der Hacke gewöhnlich streifen-, seltener platzweise und durch Schweineeintrieb legte. Die beiden Jahrzehnte 1850/59 und 1860/69 zeigen, daß das für die gehackte Fläche ausreichte, darüber hinaus aber nichts brachte. Der auffallende Mißerfolg 1870/81 ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, daß große Flächen, aber aus Sparsamkeitsrücksichten weniger gründlich, d. h. meist nur platzweise vorgenommen worden sind, und es noch immer an weiter ausholenden Vorbereitungshieben fehlte, andererseits die Stürme von 1868/69 und 1876 eine größere Zahl der gründlicherer Nachhilfe bedürftigen Flächen geschaffen hatten. Nachdem seit 1882 sämtliche Kulturausgaben bar bestritten werden mußten, galt es weiter auf wohlfeile Hilfen bedacht zu sein. Im übrigen wies der lastenfrei gewordene Wald darauf hin, den Kulturbetrieb tunlichst auszudehnen. In Buchen gewannen weit ausholende vorbereitende Hiebe mehr und mehr an Bedeutung, vermochten aber nicht so rasch wirksam in die Erscheinung zu treten. So hat denn auch der Buchenverjüngungserfolg für die Zeit 1882/89 noch manches zu wünschen übrig gelassen. Es darf dabei aber nicht übersehen werden, daß der größere Erfolg der späteren Jahrzehnte mit seinen Anfängen in jener Zeit ruht und von hier seinen Ausgangspunkt genommen hat.

Die sehr reiche Buchenmast von 1888 traf es ganz besonders ungünstig. Die soeben beendete Betriebsregulierung hatte die I. Periode mit den erforderlichen Buchenflächen neu und reichlich ausgestattet. Allein es waren volle Orte, in denen von einer irgendwie nutzbringenden Vorbereitung keine Rede war und sein konnte, da ja nach den damals geltenden, der Kahlschlagwirtschaft entnommenen Grundsätzen die bisherige II. Periode als ein Rührmichnichtan hatte behandelt werden müssen, dessen Freigabe besonderer Genehmigung der Zentralinstanz bedurfte. Unter diesen Umständen hatte es trotz der Lückenbüßerkahlhiebe in Fichten und der Nutzung von Eichen

und Buchen, von deren natürlicher Verjüngung nur wenig erhofft werden konnte, nicht gelingen wollen, der drängenden Etatserfüllung gerecht zu werden, ohne in noch nicht genügend verjüngten Buchenschlägen über das waldbauliche Bedürfnis hinaus weiter zu lichten. Die Mast von 1888 fand also überwiegend volle, unvorbereitete Orte mit Anhäufung roher Laubdecke, dazu noch eine Anzahl länger in Betrieb stehender, schon reichlich lichter Schläge ohne ausreichende Verjüngung. Dem aus den letzten Mastjahren vorhanden gewesenen Aufschlag war außerdem durch Schnecken 1885 empfindlicher Abbruch getan. Die 1888er Mast selbst erlitt in dem nachfolgenden milden Winter im dichten Laub durch frühes Ankeimen und Verpilzung auffällig viele Verluste. Laub und Bucheln waren derart durch Pilzfäden mit einander versponnen, daß man zusammenhängend ganze Fladen vom Boden aufheben konnte. Die dennoch in ausreichender Zahl erscheinenden Keimlinge vergingen in dem tiefen Laube auch ohne Frost und ausgesprochener Dürrezeit bei blauem Himmel und Sonnenschein, noch ehe sie recht im Boden standen. Die noch im Winter 1888/89 vorgenommene Durchlichtung aller zur Verjüngung stehenden Orte mit hoher Laubdecke hatte nicht mehr vermocht, Erfolg zu bringen. Das Hacken, und zwar in Plätzen, war auf die verwilderten Bodenzustände beschränkt geblieben.

Mehr als die bisher laut gewordenen Hinweise, daß es ohne Vorbereitung nicht gehen werde, und wie sehr man mit weit ausholenden Vorbereitungshieben unter hiesigen Verhältnissen das Anschlagen der Buchenverjüngung günstig beeinflussen könnte, hatte der negative Erfolg von 1888 überzeugend gewirkt. Was damals hatte versagt bleiben müssen, holte die gut entwickelte Sprangmast von 1890 mit den nachfolgenden außerordentlich günstigen Witterungsverhältnissen wenigstens zu einem Teil wieder ein. Einem sehr strengen, schneereichen Winter folgte eine regenreiche Frühjahrs- und Sommerszeit, die dem gedeihlichen Anwachsen des Aufschlages vortrefflich zustatten kam. Der Ausfall von 1888 wurde leidlich wieder eingebracht, totzdem auch diesmal die Bodenbearbeitung nur auf das notwendigste beschränkt geblieben war. Zudem fingen die Vorbereitungshiebe ein wenig an, ihren Einfluß zu äußern. Um früh genug mit diesen beginnen zu können und ihnen recht lange Zeit zu ihrer nur langsam fortschreitenden Wirkung zu lassen, fehlte es zunächst noch an ausreichender Freigabe von Beständen II. Periode. Diese konnte erst 1894 erreicht werden.

Seit 1890 war die Wirkung der eingelegten Vorbereitungshiebe und deren maßvoll gehaltene Wiederkehr alle 5 Jahre immer mehr zur Geltung gekommen. Sie werden ihrerseits noch weiter ausholend vorbereitet durch die ebenfalls alle 5 Jahre sich wiederholende Durchforstung im Herrschenden. Der Umschwung, wie er demzufolge in dem Ansteigen der verjüngten Flächen sich äußert, ohne daß sonstige Hilfen in größerem Umfange zur Anwendung gekommen wären, spricht deutlich für den günstigen Einfluß dieser Maßregel

auf das bessere Empfänglichwerden des Bodens für die Buchenansamung. Nichts kann sonst in Frage kommen, was diesen Wandel der Dinge herbeigeführt haben sollte. Die Mastjahre traten weder häufiger noch reicher auf, noch waren die begleitenden und nachfolgenden Witterungs- und sonstigen Verhältnisse durchweg soviel günstigere. Man könnte eher das Gegenteil behaupten. Auch alles, was sonst als besonders förderlich gilt, Bodenbearbeitung und Ergänzungssaat, hat nicht in größerem sondern in geringerem Umfange Anwendung gefunden. Und dennoch betragen die in diesem Jahrzehnt mit Buchen verjüngten Flächen ein Vielfaches von den vorher verzeichneten. Nur die mit vorbereitenden Hieben der angeführten Art bedachten Flächen sind gestiegen. Etwaige Zufälligkeiten besonderer Art und Umfanges kommen nicht in Frage, die hätten sich bemerkbar machen müssen. Es bleibt also nur übrig, diese Wandlung zum Besseren den Vorbereitungshieben zugute zu rechnen.

Damit wäre für ihre Wirkung auch einmal ein ungefährer Maßstab gegeben und gezeigt, daß ihre fördernde und sparende Kraft doch kein leerer Wahn ist. Im Gegenteil, was hier zutage getreten, gibt Burckhardt, Grebe und allen anderen, die warm für möglichst weit ausholende Vorbereitungshiebe eingetreten sind, nur zu sehr recht. Man kann damit kostenlos ganz erheblich die Empfänglichkeit des Bodens fördern, namentlich hier im Buntsandsteingebiet mit seinen sich schwieriger anlassenden Bodenzuständen. Auch hat man dabei noch den nicht gering zu veranschlagenden Gewinn, mit der Ausmusterung des Bestandes die Gesamtwerterzeugung zu heben gerade unter den Schlußverhältnissen, die sich hier durchweg als die am besten arbeitenden erwiesen haben, d. h. um 22 □ m Stammgrundfläche pro Hektar herum.

Nur darf man nicht erwarten, daß man damit von heute auf morgen schon etwas erreichen könnte, es will auch das sorgfältig von langer Hand vorbereitet und geübt sein. Es kostet nichts, nützt und spart an Ausgaben. Möge es mehr Beachtung finden als das bis in die jüngste Zeit vielerorten der Fall gewesen zu sein scheint.

Das Verfahren wie es hier geübt wurde, war sehr einfach. Die alle 4 bis 5 Jahre auf derselben Fläche wiederkehrenden Hiebe wurden in ganz allmählichem Fortschreiten nur soweit geführt, bis der erwünschte für die Buchenansamung günstige Zustand sich einstellt. Hat er sich eingefunden, so gilt es, ihn bis zum Eintreten und Aufschlagen einer oder mehrerer Masten festzuhalten, d. h. ihn nicht infolge weiterer, etwa lediglich durch den Zwang der Etatserfüllung veranlaßter Hiebe auf den absteigenden Ast geraten und durch zu weit gehenden Lichteinfall zu sehr die Züchtung von Gräsern und Schlagunkräutern überhand nehmen zu lassen, ehe die Ansamung vollständig ist. Also nicht weiter lichten, sondern nun auf Mastjahre und Ansamung lauern. Die etatsmäßige Holzmenge muß inzwischen, neben Nachlichtungen und Räumungen bereits gelungener Verjüngungen, die

weitere Ausdehnung der Vorbereitungshiebe mit Vorgriffen in die II. Periode liefern.

Je weiter man ausgeholt und je allmähliger man die Vorbereitung durchgeführt hat, um so sicherer ist bei der nur langsam sich vollziehenden Wandlung des Bodenzustandes zum Besseren der Erfolg gewesen.

Über die Frucht und die Entwicklung der Rotbuche im ersten Jahre.

Von J. Oelkers, Hann.-Münden.

Das Buchenmastjahr 1909/10 ermöglichte es mir, auf Wunsch des Herrn Professors Dr. M. Büsgen die folgenden Untersuchungen im botanischen Institute der Kgl. Forstakademie zu Hann.-Münden auszuführen. Ihm gestatte ich mir, bevor ich weitergehe, für den bereitwilligsten Rat und das große Interesse, womit er meine Arbeit stets unterstützte, bei dieser Gelegenheit aufrichtig zu danken.

1. Fruchtform der Buche.

Aus den Oberförstereien Sieber i. Harz, Bramwald a. Weser, Gahrenberg b. Münden und Hessisch-Lichtenau stellten die Herren Forstmeister Kautz, Michaelis, Sellheim und Wetz freundlicherweise Bucheln mit zugehörigen Fruchtbechern zur Verfügung. Diese waren an festbezeichneten, einzelstehenden Bäumen gesammelt. Die Standorte der teils freistehend, teils im geschlossenen Bestande erwachsenen Mutterbäume liegen zwischen 290 und 600 m über N. N., weisen sanfte bis steile Hänge aller Himmelsrichtungen auf, gehören der 2. bis 4. Standortsklasse und den Verwitterungsböden des Buntsandsteins und der Grauwacke an. Das Alter der Stämme beträgt 90 bis 200, in der Hauptsache 140 Jahre. Die Früchte und Becher sind mit zugehörigen Zahlen abgebildet in Büsgen, Cupuliferen (2). Die darin angegebenen Zahlen sind Durchschnittswerte von mindestens 50 Messungen je Stamm, und zwar der Länge und größten Breite der Früchte. Letztere fand sich durchweg im unteren Drittel und schwankte zwischen 0,6 und 1,0 cm. Die Länge betrug 1,1 bis 1,7 cm, das Verhältnis von Breite zu Länge 0,54 bis 0,67. Farbe, Glanz, Oberflächenausbildung und Kantenflügelung der Bucheln, Länge des Stiels, Größe der Klappen, Art und Stärke der Behaarung der Cupula waren für den einzelnen Baum so kennzeichnend, daß etwaiger Einfluß von Standort und Alter des Mutterbaumes durch individuelle Form- und Größenunterschiede völlig verwischt wurde.

2. Bau und Wasseraufnahme der Buchel.

Die in Fig. 1 angegebene Lagerung der Keimblätter in der Fruchtschale erwies sich bei Versuchen über Frostempfindlichkeit als wichtig. Wie

der etwa durch die Mitte der Buchel geführte Querschnitt zeigt, beteiligt sich das untere Keimblatt zu $^2/_3$, das obere, innere, zu $^1/_3$ an der Oberflächenbildung. War das äußere, schraffierte, oft teilweise durch Frost zerstört, so erwies sich das innere stets als unverletzt.

Der Schutz des Buchensamens wird gewährleistet durch die Cupula, den Fruchtbecher, nach Trennung von ihr, regelmäßig, am Baume oder erst nach Abfall — vielfach wird die Cupula auch erst durch das Wachstum der Keimpflanzen gesprengt — durch die glänzend braune Fruchtschale und eine darunterliegende matt rotbraune, gerbstoffhaltige, dünne Haut. Beide letztgenannten Hüllen spielen eine Rolle bei der für die Keimung nötigen Feuchtigkeitsaufnahme. Um die Eingangsstellen für das Wasser festzustellen, wurde eine Anzahl Bucheln mit Hilfe grobmaschiger Drahtnetze so über dem Spiegel der Wasserfläche einer Glasschale angebracht, daß entweder nur die Spitze der Frucht (A) oder nur der Cupulafleck (B) in das Wasser tauchte. Ein anderer Teil wurde teils mit (C), teils ohne Fruchtschale (E) ganz in Wasser gelegt oder dicht über diesem auf einem Drahtnetz feuchter Luft ausgesetzt (D).

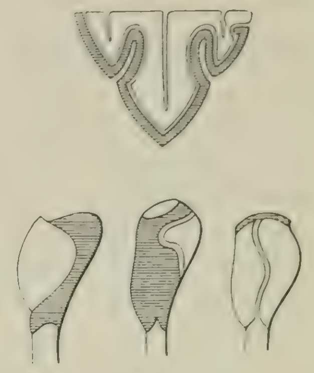


Fig. 1.
Keimblätter der Buchenkeimpflanze in der Ansicht der 3 Seiten und im Querschnitt. Ein Keimblatt ist schraffiert. Etwas vergr.

Die einzelnen Proben, unter luftdichtem Verschluß nebeneinander aufgestellt, konnte die Sonne nicht unmittelbar bescheinen. Die Zunahme des Gewichtes der Früchte infolge von Wasseraufnahme wurde durch Wiegen im Verlaufe von 96 Stunden öfters ermittelt und ist in Zusammenstellung 1 mitgeteilt.

Zusammenstellung 1.

Wasseraufnahme von je 16 Bucheln, dargestellt nach Gewichtszunahme derselben in v. H. der Anfangsgewichte. Dezember 1909. Temperatur während der Versuchszeit 16 bis 18° C.

	Nach 7	22	$31^1/_2$	96 Stunden	
Lage A . . .	7,85	14,9	16,4	—	v. H. Wasser.
„ B . . .	8,46	19,8	24,1	—	
„ C . . .	11,7	19,1	27,2	27,2	
„ D . . .	1,6	4,2	5,2	10,7	
„ E . . .	36,0	42,0	43,0	43,0	

Die Wasseraufnahme geschieht nach vorstehenden Zahlen vornehmlich durch den Cupulafleck, im geringeren Maße auch durch den basalen Teil der Kanten, in welchen die drei Karpelle zusammengewachsen sind. Bestätigt wurde dieses Ergebnis durch mikroskopische Untersuchung der harten

Wandungen und der zwischen ihr und dem Keimling befindlichen Innenhaut von Bucheln, nach mehr oder weniger langem Eintauchen derselben in Methylenblau, Eosinlösung oder Kaliumferricyanid und Ferrosulfat (Sievers 12). Den dabei festgestellten Bau der Kanten, der Seitenwände, der Innenhaut und des Cupulaflecks veranschaulicht Fig. 2 in den Abbildungen 1 bis 6. Der Mittelquerschnitt durch die Kanten einer trockenen Buchel, etwa nach der

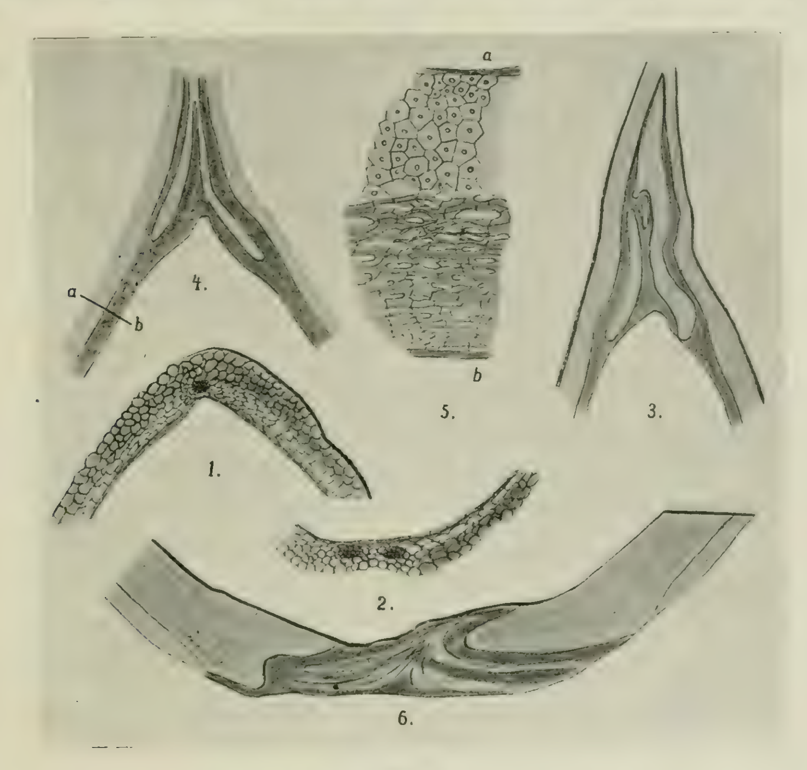


Fig. 2.

Querschnitte durch Kanten und Cupulafleck von Bucheln.

Abb. 1. Innenhaut der Kante (Abb. 4) } beide nach Wasseraufnahme.
Abb. 2. Innenhaut des Cupulaflecks (Abb. 6) }
Abb. 3. Kante der Cupula trockener Bucheln.
Abb. 4. Kante der Cupula gekeimter Bucheln.
Abb. 5. Vergrößerung der Stelle a—b der Abb. 4.
Abb. 6. Cupulafleck.

Vergr. f. Abb. 1—4 und 6 = 1 : 25. Vergr. f. Abb. 5 = 1 : 150.

Überwinterung (Abb. 3), zeigt viel mehr helle, in der Natur gelbliche Flächen und weniger dunkle, hell- bis dunkelbraune, als derjenige einer wasserreichen, gekeimten Frucht (Abb. 4). Alle hellen Flächen der Fig. 2 bestehen (vergleiche Abb. 5 bei a) aus englumigen, dickwandigen Zellen, welche stark das Licht brechen und sich besonders da in der Buchelwandung finden, wo eine

Aussteifung gegen mechanische Beschädigungen notwendig oder vorteilhaft ist; gleichzeitig unterstützen sie auch das Aufspalten der drei Carpelle bei der Keimung in vorgebildeter Mittellinie der Kanten durch schwaches Anquellen. Die dunklen, durch Gerbstoffgehalt hell- bis dunkelbraun gefärbten Figurenteile zeigen die Struktur der Abb. 5 bei b. Längliche, sehr dünnwandige Zellen mit großem Lumen ermöglichen im Verein mit vielen Interzellularräumen eine reichliche Wasseraufnahme. Die Innenhaut quillt von der Dicke etwa einer Zellschicht durch Wasseraufnahme stark auf zu den Ausmessungen der Abb. 1 und 2. Die Struktur gleicht der von Abb. 5 bei b, jedoch fehlen die Zwischenzellräume, und die Zellen selbst sind mehr isodiametrisch. Diese Innenhaut vermittelt die gleichmäßige Verteilung des Wassers vom Eintritt desselben durch Kanten und Cupulafleck. Das Vorherrschen der dunkleren Flächen, Fig. 2, Abb. 6, also der locker gebauten Wandteile an der organischen Verbindungsstelle (Cupulafleck) der Frucht mit der Mutterpflanze, trifft man nach Haberlandt (5) auch bei den Früchten anderer Pflanzen an.

Zusammenstellung 2.

Wasserabgabe von je 50 Bucheln, dargestellt nach Gewichtsverlust derselben in v. H. der Anfangsgewichte; 9. VII. 10 bis 28. VII. 10. Trockene Lagerung der Früchte im Zimmer bei 16° bis 19° C.

I mit äußerer Fruchtschale, II ohne diese.

nach Stunden:	7	38	52	64	$77^3/_4$	86	
I	23,0	25,8	33,6	33,6	33,6	33,6	v. H. des Anfangsgewichts
II	24,75	31,8	39,9	39,95	39,97	39,97	

Die äußere, harte Fruchtschale setzt die Verdunstung also etwas herab. Die Wasserabgabe ist der Hauptsache nach in 52 Stunden erfolgt.

3. Aufbewahrung von Bucheln und Eicheln.

Die Überwinterung von Bucheln und Eicheln wurde studiert an Saatgut aus 100 bis 150jährigen Beständen der Stadtoberförsterei Hannover, welche erfahrungsgemäß beim Einsammeln in der Zeit von Ende Oktober bis Mitte November gute Früchte liefern. Am 15. November 1909 wurde mit den Versuchen begonnen, deren Ausführung in Zusammenstellung 3 angegeben ist. Zur Beurteilung des Wertes der einzelnen Art ist nach dem Vorgange von Haack (3) der v. H.-Satz gesunder Pflanzen vom 15. Oktober 1910 festgestellt. Die Aussaat von je 800 ccm erfolgte am 1. Mai 1910 im hiesigen botanischen Garten auf Beeten feuchten, mit reichlich Sand und alter Komposterde vermischten Lehms als Stecksaat in 10 × 20 cm-Verband.

Zusammenstellung 3.

Nr. der Proben	Aufbewahrungs- Art	Aufbewahrungs- Ort	Holz-Art	1. 5. 1910 Stück Aussaat	15. 10. 1910 Anzahl d. noch vorhandenen Pflanzen	v. H. der Aussaat	Durchschnittshöhe in cm
5	Luftdicht in trockener Flasche mit paraffinierten Stopfen	Hausboden der Gartenmeisterwohnung, luftig, zml. warm, geschützt vor unmittelbarem Einfluß der Feuchtigkeit	Eiche	170	14	8,2	13,5
9			Buche	1130	—	—	—
6	grobmaschiger Sack		Eiche	118	11	9,3	12,3
10			Buche	1100	—	—	—
7	wie zu 5 und 9	Botanischer Garten, unter Schutzdach eines offenen Schuppens. Schutz gegen Niederschläge	Eiche	190	—	—	—
11			Buche	1100	—	—	—
8	wie zu 6 und 10		Eiche	190	11	5,8	9,2
12			Buche	1100	2	0,2	14,0
13	grobmaschiger Sack	im fließenden Wasser der Weser verankert, 1 m unter dem Wasserspiegel	Eiche	202	80	39,6	13,7
14			Buche	935	—	—	—
15		in stehendem, reinem Regenwasser 1 m tief unt. d. Wasseroberfläche befestigt. Schutz gegen Frost durch Holzdeckel und Laub	Eiche	195	112	57,5	17,7
16			Buche	1120	—	—	—
17	Hannoversche (s. u.)	Aufbewahrung	Eiche	1250	235	18,8	19,0
18			Buche	210	88	41,9	22,1
21	grobmaschiger Sack	Auf dem Küchenschrank des Gärtners, in wechselnder Wärme und Luftfeuchtigkeit	Eiche	182	—	—	—
23			Buche	1040	—	—	—
22	luftdicht in Flasche, wie 5 und 9		Eiche	201	—	—	—
24			Buche	1105	—	—	—
25	5 Minuten lang gewaschen mit 0,01 % Sublimatlösung.	in kaltem Zimmer d. Bot. Instituts nach oberflächl. Abtrocknung in grobmasch. Sack	Eiche	212	17	8,0	9,5
26	Dgl. mit 0,001 % Sublimatlösung		„	200	17	8,5	13,4
27	Dgl. mit 0,15 % Formalinlösung		„	172	14	8,1	11,7

Vollständiger Luftabschluß wirkte auf Buche stets, auf Eiche meist ebenso schädlich, wie der unmittelbare Einfluß des Wetters. Die Unterbringung in fließendem und stehendem Wasser war nur bei Eiche ziemlich günstig. Die Proben 21 bis 24 sind aufbewahrt unter den wechselnden Luftfeuchtigkeits- und Wärmeverhältnissen einer Arbeiterküche und lassen deutlich den schädlichen Einfluß erkennen, welchen die späte Übernahme des Saatgutes von dem Einsammler ausübt. Der geringe Erfolg des Abwaschens mit Sublimat und Formalin gegen Verpilzung entspricht wohl nicht den Kosten. Die besten Ergebnisse für Buche und gute für Eiche ergibt die in der Stadtforst Hannover nach Alemanscher Art seit 40 Jahren erprobte Überwinterung. Nach Abnahme auch selbst kleiner Mengen, um die Erfahrung aus Probe 21 bis 24 zu vermeiden, werden die Bucheln $^1/_4$ m hoch aufgeschüttet auf dem Betonboden eines Fachwerkgeräteschuppens, welcher gegen Mäuse abgedichtet ist, gut gelüftet und bei Kälte geschlossen werden kann Zur Ablüftung werden die Bucheln so lange mit einem Holzrechen täglich einmal durchharkt, bis ihre kastanienbraune Farbe infolge von Wasserabgabe in ein Graubraun übergeht und damit anzeigt, daß ein vorteilhafter Trockenheitsgrad erreicht ist. Von nun an bis zur Aussaat wird das Durchharken nur in Zwischenräumen von 2 bis 3 Wochen wiederholt. Die Aussaat findet in der Eilenriede sechs Tage vor den „gestrengen Herren" (11. bis 13. Mai) statt. — Drei Wochen vorher werden die Bucheln mit Wasser stark besprengt und öfters durchharkt, bis sich die dunkelbraune Kastanienfarbe wieder einstellt, etwa drei Tage vor der Aussaat in kegelförmige Haufen geschaufelt, stärker gegossen und mit Sackleinen bedeckt. Bald zeigen sich die Keime; die Aussaat findet statt, die Erdbedeckung beträgt kaum 1 cm Stärke. — Die Eicheln werden zur Überwinterung ebenso getrocknet, bis sie nach etwa drei Wochen beim Schütteln „klappern", dann etwa 3 cm hoch mit ebenso starker Lage trocknen, feinkörnigen Sandes auf oben erwähnter Unterlage wechselnd geschichtet, im ganzen 30 bis 40 cm hoch. Unberührt ruhen sie so 2 bis 3 Tage vor der Aussaat (Mitte April), werden vom Sande durch Sieben getrennt und ohne Ankeimen verwendet. Bemerkenswert erscheint mir hierbei die sorgsame Verhinderung rascher Feuchtigkeitsab- und -zunahme.

4. Keimling, Keimlage und Keimlingswachstum.

Mit den vorerwähnten Bucheln und Eicheln sind von Dezember 1909 bis Mai 1910 eine Reihe von Keimversuchen angestellt in regelmäßig durchlüfteten Thermostaten bei Temperaturen, welche zwischen 5° und 26° C lagen und für die Dauer jeder Keimprobe mit Schwankungen bis zu 3° konstant blieben.

Gleich den Temperaturen wurden auch die äußeren Verhältnisse gewechselt: Licht, Dunkelheit, freie Lagerung auf der Erde, auf und zwischen

Buchenblättern, in Buchenmull und im lehmig-sandigen Freibeet bei 1 cm starker Erdbodendeckung [Haack (3)]. Abgang durch Faulen, Eintritt von Schimmel, Fraß von Fadenwürmern aus der Familie der Anguillulen wurde vielfach, besonders bei Keimung im Dunkeln, beobachtet, die beschädigten Samen und Schädlinge sorgfältig entfernt. Nennenswerte Unterschiede ergaben die Versuche nicht.

Zur Beurteilung des Einflusses der Keimlage auf die Entwicklung der Keimpflanze habe ich in den Frühjahren 1902, 1905 und 1909 in jährlich je drei Versuchsreihen Bucheln und Eicheln in guter, lockerer Gartenerde, bei Eiche mit 2 cm, bei Buche mit 1 cm Bedeckung erzogen, unter regelmäßigem Begießen und Lockern des Bodens. Ein Drittel der Früchte war mit dem Cupulafleck nach oben (3), ein gleicher Teil mit demselben nach unten (2) gerichtet, bei dem Rest war die Längsachse horizontal (1) gelagert, in der Weise, wie wir im Walde meist die Eicheln und Bucheln unter den Mutterbäumen liegen sehen. Am Ende der 17wöchigen Versuche wurde gemessen: Abgangs- v. H., Stammhöhe, Blattlänge und -breite, Hauptwurzellänge und -durchmesser, Zahl und Länge der Nebenwurzeln 1. und 2. Ordnung, Zahl der lebenden Wurzelspitzen. In allen Versuchen zeigte sich übereinstimmend bei Buche ein geringer, günstiger Einfluß auf die Entwicklung der Wurzellänge und Nebenwurzelausbildung bei der Keimlage (3). Die lineare Gesamtwurzellänge der drei Lagen verhält sich zueinander:

$$(1) : (2) : (3) = 1.3 : 1 : 4.7.$$

Viel deutlichere Unterschiede zeigten die Eichenkeimlinge. Hier erwies sich die horizontale Lage als die vorteilhafteste. Bei ihr übertrifft die gefundene Anzahl und Ausbildung von Wurzeln (Länge der Hauptwurzel, Zahl und Länge der Nebenwurzeln) erheblich diejenige der beiden anderen Lagen. Das Verhältnis der linearen Gesamtwurzellängen betrug:

$$(1) : (2) : (3) = 35 : 22 : 1.$$

Die oberirdische Ausbildung gut entwickelter Pflanzen aller Lagen hatte sich nach Abschluß der Beobachtung, 17 Wochen, ziemlich ausgeglichen.

Das Wachstum von Buchen- und Eichenkeimlingen in den ersten beiden Monaten nach der Keimung wurde im März und April 1910 an je fünf kräftigen Pflanzen beobachtet. Die Samen wurden kurz nach Hervortreten der Wurzel mit Watte in der Öffnung einer Korkplatte so über einem Gefäß mit Wasser befestigt, daß eine Behinderung des Wachstums nicht stattfinden konnte. Die Gefäße waren mit Fließpapier ausgekleidet, ihr Durchmesser so groß gewählt, daß ein Anstoßen der Wurzeln an die Wände verhindert und doch eine gleichmäßige Luftfeuchtigkeit durch die Wasserschicht am Boden des Glases und des Fließpapieres gewährleistet war. Gegen das Licht schützte eine Außenbekleidung des Gefäßes mit schwarzem, lichtdichtem Papier. Die Temperatur und Luftfeuchtigkeit wurde täglich dreimal abgelesen, sie schwankte zwischen 9,3 bis 19,3° C und 59 bis 86 % Feuchtigkeit.

Auf der Figur 3 sind die Wochenextreme und -durchschnitte angegeben. Tägliche Messungen stellten die Bildung, das Wachstum und Verhalten der Organe jeder Pflanze gesondert fest, der Durchschnitt der Meßzahlen wurde berechnet und diejenige Eiche und Buche dargestellt, welche diesen

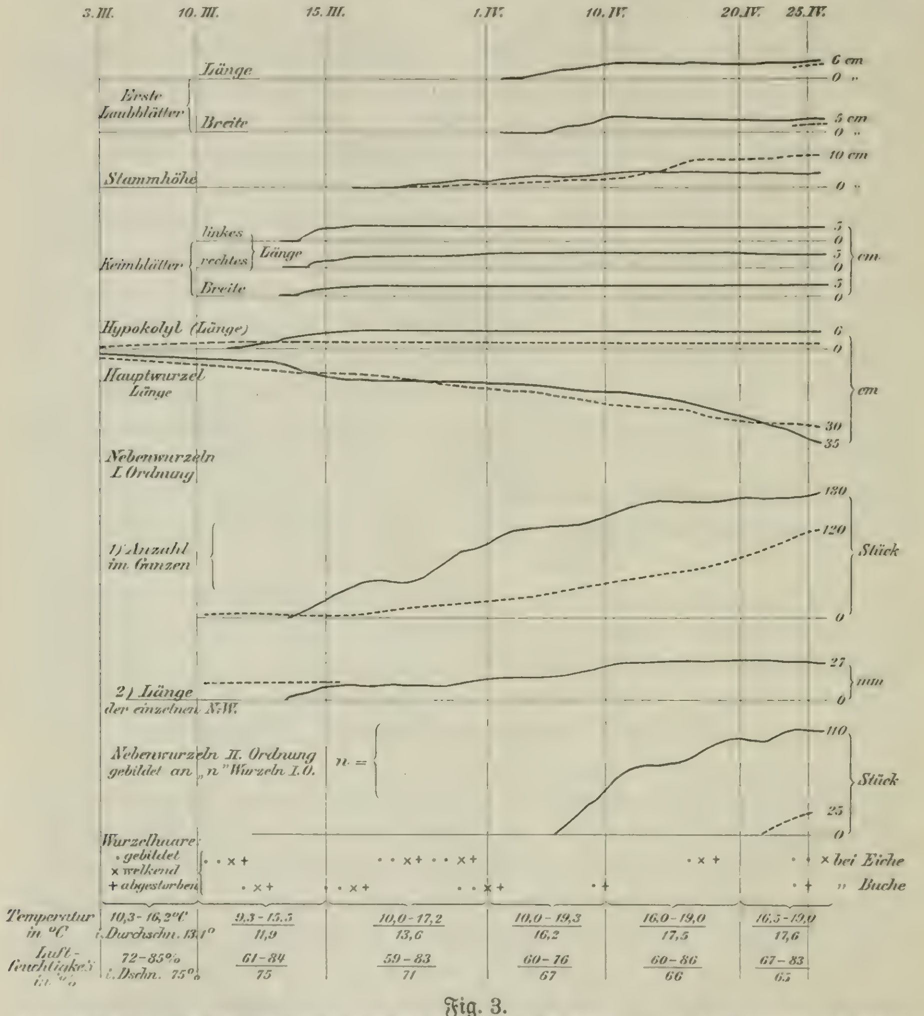


Fig. 3.

Entwicklung der Keimpflanzen von Buche ——— und Eiche ------ in den ersten 8 Wochen.

Durchschnittszahlen am nächsten steht, um keine theoretischen Mittelwerte, sondern in der Natur ermittelte Ziffern zu bringen, angeregt durch die in der preußischen Betriebsregelung vorgeschriebene Art der Bestandsaltersbestimmung. Die Mitte der Fig. 3 nehmen die Zuwachskurven von Hypokotyl und Hauptwurzel ein, an sie gliedern sich die der Keimblätter, Stammhöhe, Laubblätter nach oben, Nebenwurzeln, Wurzelhaare nach unten an; die Zu-

wachsgrößen sind für jede Kurve gesondert an dem rechten Rande angegeben. Gleichzeitig mit den Keimblättern der Buche entwickelten sich die Nebenwurzeln erster Ordnung. Diese nahmen an Zahl bei der Buche fast doppelt so stark zu als bei der Eiche, wo sie schon zeitiger erschienen. Ihre Länge betrug je nach ihrem Alter 1 bis 3 cm. Die Bildung der Nebenwurzeln zweiter Ordnung setzte gleichzeitig ein mit der Blattentfaltung. Die gelblich bis rostbraunen Wurzelhaare entstanden in unregelmäßigen Zeiträumen durchschnittlich 1 cm oberhalb der Spitze auf einem Raume von 0,5 bis 1,5 cm Länge der Wurzel, lebten 1 bis 2 Tage, welkten und starben ab.

Durch Auftragen von Tuschmarken (im Abstande je eines Millimeters) auf dem aus der Buchel hervorgetretenen Keime [Pfeffer (10)] ließen sich zwei Zonen des Längenwachstums feststellen, die eine bis zu 5 mm über der Wurzelspitze, die andere 2 bis 4 mm unterhalb der Keimblätter. Das Dickenwachstum fand gleichmäßig an der ganzen Hauptwurzel statt, mit geringer Zunahme von der Wurzelspitze ab aufwärts. Bei Beschädigungen der Wurzel durch Frost, Abbrechen, Abfressen oder Abschneiden bildeten sich über den Trennungsflächen normale Nebenwurzeln, gleichzeitig nahm das Längenwachstum in der angegebenen Zone unterhalb der Keimblätter erheblich zu.

5. Einwirkung von Kälte und Trockenheit.

Die Wirkung von Frost auf gekeimte Bucheln, deren Keimblätter sich noch im Schutze der Fruchtschale befanden, wurde im März und April 1910 untersucht an frisch gesammelten Keimlingen aus einem Buchensamenschlage des Distriktes 85 der Oberförsterei Kattenbühl. Gegen die Anwendung von Gewächshauspflanzen spricht die Feststellung Schaffnits (11), daß die Frostempfindlichkeit der Pflanzen abhängt von der Temperatur, unter welcher sie erzogen sind. Während der Keimung der Bucheln im Freien herrschte frostfreies, mildes Wetter. Und verwendet sind nur Keimlinge ohne jede äußerlich wahrnehmbare Beschädigung. Der Erfolg der Versuchseinwirkungen wurde hier in derselben Weise wie bei der Überwinterung, durch Zählung der überlebenden Pflanzen und Messung der Höhenentwicklung (am 1. und 23. April uud 15. Oktober 1910), festgestellt. Die einzelnen Versuche sind mit je 50 bis 100 Keimlingen ausgeführt. Nach der Einwirkung der Versuchsbedingungen wurden die Keimlinge zusammen mit den aus jeder Sammlung entnommenen Vergleichsproben unter günstigsten Wachstumsbedingungen zunächst im Gewächshaus, vom Mai ab im Freien gehalten und ihre Weiterentwicklung beobachtet.

Das Gefrieren habe ich vorgenommen in einer starkwandigen Holzkiste, in welcher gegen Feuchtigkeit gut verschließbare Blechdosen in dickwandigen Gläsern die Objekte aufnahmen. Die Gläser waren isoliert durch festgestampfte Heuschichten und Sackleinen. Die Ablesung der Temperaturen ge-

schah ohne Öffnen des Gefrierglases, unter Hochziehen der beweglichen Thermometer. Die Quecksilberkugel war in die Keimlinge selbst eingebettet. Zur Erzeugung der Kältegrade wirkte eine Mischung von Kochsalz bzw. Viehsalz und zerkleinertem Eis unmittelbar auf die Blechdosen.

Zusammenstellung 4.

Versuchszeit 3. III. bis 26. IV. 1910.

Nr. der Probe	Zeitdauer (Stunden)	Grad C	Beschaffenheit und Behandlung der Keimlinge	Abgang in v. H. der verwendeten Keimlinge am 23. IV.	Pflanzenhöhe in cm am 1. IV. 1910	23. IV. 1910	15. X. 1910
I. Frostwirkung an Keimlingen, deren Keimblätter noch die Fruchtschale umschließt.							
153	2	— 2	Gemischte Länge der Keimwurzeln s. u.	31	5,0	7,6	9,7
120	9½	— 7,5		63	5,0	8,4	9,0
117	½	— 10		5	8,0	8,7	10,0
154	7	— 10		100	—	—	—
124			Keimwurzellänge 0,5—1,0 cm	83	Fruchtschale sich öffnend	6	7,0
125	9½	— 5 bis — 10	über 1,0—2,0 cm	84	4,0	8,5	9,0
123			über 2,0—3,0 cm	66	4,5	8	11,0
161	7	— 2	in destillirtem Wasser gefroren	21	5	7,5	9,2
174	30	— 2		84	unentwickelt	3,0	9,0
160	7	— 2	gefroren auf trocknem Fließpapier	22	5,5	10	12,2
175	30	— 2		28	3	5	10,2
118	1	— 2	Fruchtschale entfernt	33	5	8	9,0
127	9½	— 5 bis — 10		39	5	2,5	9,2
119	1	— 2	Keimwurzel abgeschnitten	50	Fruchtschale öffnend	verkümmert	
162	7 2 3½ 3	— 2 + 10 — 2 + 10	Auftauen in der Sonne	24	0,2	5,4	8,5
165	9 3 18 3	— 2 + 8 bis + 15 — 2 + 8 bis + 15		56	Fruchtschale öffnend	4,4	9,7
163	wie 162		Auftauen im Schatten	40	Keimblätter entfaltend	4,4	12,0
166	wie 165			44		5,7	12,0
II. Frostwirkung an Buchenkeimlingen mit entfalteten Keimblättern.							
201	3	— 2	Nach Frost langsam aufgetaut im Schatten	—	0,5	7,5	9,1
202 bis 213	Alle Versuche mit niedrigeren Temperaturen und längerer Einwirkungsdauer hatten 100 v. H. Abgang.						

(Fortsetzung der Zusammenstellung 4.)

Nr. der Probe	Zeitdauer (Stunden)	Grad C	Beschaffenheit und Behandlung der Keimlinge		Abgang in v. H. der verwendeten Keimlinge am 23. IV.	Pflanzenhöhe in cm am 1. IV. 1910	23.IV 1910	15.X. 1910
			III. Verdunstung.					
170	4	+ 15 bis + 21	Lagernd in der bezw. im	Sonne	50	Fruchtschale öffnend	4,3	10,9
171	4	+ 11,7 „ + 17,2		Schatten	—	3,0	7,7	13,3
172	6	+ 7,5 „ + 21,0		Sonne	22	2,0	7,0	14,6
173	6	+ 8,8 „ + 15,2		Schatten	20	3,0	8,3	10,7
			IV. Erwärmung.					
141	1	+ 30	in destillirtem Wasser		8	6,0	11	10,1
144	5¾				44	4,5	7	9,1
147	9¾				68	3,0	5,4	10,8
142/3	1	+ 30	im Wärmeschrank auf trocknem Fließpapier		20	5,0	8	9,8
145	5¾				34	4,0	7,2	9,8
146	9¾				58	3,0	6,4	10,0
			V. Mechanische Beschädigungen.					
149	Keimwurzel ganz abgeschnitten			Keimblätter in Fruchtschale	39	Frucht geschlossen	2,4	11,3
148	„ halb „				35	2,0	6,2	10,6
164	Hälfte der Keimbltr. „				39	4,0	4,4	8,5
214/5	Keimblätter „			Keimblätter entfaltet		verkümmert		—
216/7	Plumula „					Beiknospen ausgetrieben		11,7
218/9	Plumula u. Keimbltr. „					abgestorben	—	—
221/2	Hypokotyl. mit Messer beschädigt.					ausgeheilt	—	11,0
	VI. Vergleichsproben im Durchschnitt aller Messungen.				—	6,5	8,5	10 0

Die Forstversuche zu I der Zusammenstellung 4, ausgeführt mit Buchenkeimlingen, deren Keimblätter unentfaltet in der Fruchtschale steckten, haben ergeben, daß die Dauer des Frostes von größerer Bedeutung ist, als der Kältegrad, bei — 10° C. und siebenstündiger Einwirkung waren alle Keimlinge abgetötet. Alle niedrigeren Temperaturen und höheren Einwirkungszeiten ergaben das Gleiche. Die Frostgrade von ± 0 bis — 10° C. töteten in ½ bis 9½stündiger Einwirkung den vierten Teil bis zur Hälfte sämtlicher Keimpflanzen ab. Mit Rücksicht auf die oben angeführten Beobachtungen Schaffnits (11) muß von der Angabe einer bestimmten Grenze für den Eintritt des Frosttodes abgesehen werden. Die Versuche sprechen für die Ansicht, daß nur ein verhältnismäßig kleiner Teil des großen Abgangs der Mast 1909/10 auf Rechnung des Frostes zu setzen ist, welcher die Bucheln traf, solange die Keimblätter in der Fruchtschale zusammengefaltet waren. Ziemlich hohe Kältegrade werden einige Zeit ertragen. In der Keimungs-

periode 1910 dürfte selbst in den kältesten Nächten und Tagen die Temperatur nicht viel über 7 Stunden lang — 10° C. und weniger betragen haben.

Die Proben 124 und 125 waren geordnet nach Längen der aus der Fruchtschale hervorgetretenen Keimwurzeln. Am günstigsten verhielten sich die längsten Keimlinge, was im Abgangs- v. H. und der Höhenentwicklung sich ausdrückt. Bei allen sonstigen Versuchsproben ist darauf geachtet, daß stets Keimlinge gemischter Wurzellängen verwendet sind. Ob der Buchenkeimling im Wasser liegend oder auf trockener Erde gefror, war ohne Einfluß. Der Kälteschutz der Fruchtschale allein erwies sich als nicht sehr bedeutend. Verstümmelung und Frost zusammen wirkten verkümmernd. Zweimaliger Wechsel von Frost und Auftauen erhöhte den Abgang nicht wesentlich. Das Auftauen im Schatten wirkte günstiger, als das in der Sonne.

Bedeutend emfindlicher wurden die Buchenkeimlinge, sobald sich die Keimblätter entfaltet hatten. Frostwirkungen unter — 2° C. hinab und über 3 Stunden lang vertrugen sie dann nicht mehr. (Zus. 4, II.)

An den überlebenden Keimlingen verursachte die Frostwirkung eine Verzögerung des Zuwachses, wie solche in den 3 letzten Spalten der Zusammenstellung 4 mitgeteilt ist. Ob der Einfluß des Frostes die Keimlinge empfänglicher machte für Pilzangriffe, ist nicht festgestellt. Es wurde bei allen Versuchen kein Fall von Phytophtora omnivora de Bary beobachtet.

Zum Studium der Einwirkung der Verdunstung durch Wind wurde im hiesigen botanischen Institut starke Zugluft erzeugt durch geeignetes Öffnen von Türen und Fenstern und vor einem Fenster Proben von Buchenkeimlingen teils in der Sonne, teils dicht daneben im Schatten auf Fließpapier gelagert. Die im Abstande von halben Stunden am Psychrometer abgelesene Differenz der Temperaturen des trockenen und feuchten Thermometers betrug 0,8° bis 3,5°, im Mittel 2,2° C. Der Verlust war bei den besonnten Proben etwas größer als bei den Schattenproben.

Gegen Erwärmung auf + 30° C. zeigten sich die Keimlinge ziemlich empfindlich, gegen solche im Wasser mehr als in der Luft.

Um das Verhalten der jungen Buchen gegen mechanische Beschädigungen kennen zu lernen, wurden, als Nachahmung tierischer Eingriffe, an Keimlingen mit geschlossener Fruchtschale die Keimwurzeln halb und ganz abgeschnitten oder die Bucheln mitsamt den Keimblättern in der Mitte durchschnitten. Nicht ganz die Hälfte ging dabei zugrunde, der Rest bildete nach Verheilung der Wurzelwunde über den Schnittflächen 5 bis 10 normale Nebenwurzeln. Sobald dieselben sich im Boden befestigt hatten, bog sich der liegende Keimling nach oben; die Stammverbiegung war im Oktober verschwunden. An Keimlingen, welche in Blumentöpfen bis zu der vollen Entfaltung der Keimblätter erzogen waren, sind teils diese Keimblätter oder die Gipfelknospe bezw. der junge Mittel-

trieb oder beide zugleich entfernt, endlich am Hypokotyl durch Messerschnitte Beschädigungen hergestellt, wie sie durch Anfressen, z. B. von Schnecken, entstehen. War mehr als die Hälfte der Keimblätter abgetrennt, so kümmern die Pflanzen und gingen ein, wenn nicht die Beiknospen der Gipfelknospe zwischen den Keimblättern genügend weit zum Austreiben entwickelt waren. Entfernung von Keimblättern und Plumula töteten die Buchen ab. Die Beschädigungen am Hypokotyl heilten meist aus.[1])

Benutzte Literatur.

1. Bartetzko, Untersuchung über das Erfrieren von Schimmelpilzen. Jahrb. f. wiss. Bot. 1909.
2. Büsgen, Cupuliferen: in Kirchner, Loew und Schröter, Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas. Bd. II, 1.
3. Haack, Über die Keimung und Bewertung des Kiefernsamens nach Keimproben. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. 1906.
4. Ders., Der Kiefernsamen. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. 1909.
5. Haberlandt, Die Schutzeinrichtungen der Keimpflanzen. Wien 1877.
6. Kienitz, Einfluß der Lage gesäter Eicheln auf die Entwicklung der Keimpflanzen. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. 1882.
7. Ders., Über Formen und Abarten heimischer Waldbäume. 1879.
8. Ders., Vergleichende Keimversuche mit Waldbaumsamen aus klimatisch verschiedenen Orten Mitteleuropas. Bot. Untersuchungen von Dr. N. J. C. Müller, II, 1. Heidelberg 1879.
9. Nobbe, Handbuch der Samenkunde. Berlin 1876.
10. Pfeffer, Pflanzenphysiologie. 2. Aufl., Leipzig 1904.
11. Schaffnit, Studien über den Einfluß niederer Temperaturen auf die pflanzliche Zelle. Mitteil. d. Kaiserl. Wilh.-Instituts f. Landwirtsch. in Bromberg. Heft 2, III.
12. Sievers, Über die Wasserversorgung der Flechten. Wiss. Beil. z. 38. Jahresberichte der berecht. landw. Schule Marienberg zu Helmstedt. Ostern 1908, J. C. Schmidt, Helmstedt 1908.

Über die Abhängigkeit des Geweihwachstums der Hirsche, speziell des Edelhirsches, vom Verlauf der Blutgefäße im Kolbengeweih.[2])

Von Dr. Ludwig Rhumbler, Prof. in Hann.-Münden.

Vor zehn Jahren hat C. Hoffmann[3]) folgende Gestaltungsregeln für den Aufbau der Hirschgeweihe aufgefunden.

1. Jede Stange eines mehrsprossigen Geweihes zeigt gegenüber dem Ansatz der Sprosse jedesmal einen, schon von Blasius festgestellten, Knick, der das Stangenende von der Sprossenansatzstelle aus nach rückwärts beugt (Fig. 2).

---

[1]) Für die sehr sorgfältige Ausführung aller geleisteten Hilfsarbeiten bin ich Herrn Gärtner Meine im Botanischen Garten der Forstakademie zu Dank verpflichtet.

[2]) Erweiterter Teil eines im „Forstlich-naturwissenschaftlichen Verein zu Münden" gehaltenen Vortrags.

[3]) C. Hoffmann, „Zur Morphologie der Geweihe der rezenten Hirsche". Cöthen 1901. 75 Seiten, 9 Textfig., 23 Tafeln.

2. Zwischen je zwei Sprossen zeigt die Stange eine „kompensatorische Krümmung"; d. h. die Hauptstange wächst nicht in derjenigen Richtung weiter, die sie durch den Knick am Sprossenansatz erhalten hat, sondern sie biegt sich in einem mehr oder weniger starken, mit der Konkavseite nach vorn gerichteten, Bogen wieder nach vorn. Durch diese Krümmung wird verhindert, daß die Hauptstange, der jedesmaligen durch die Sprossenabgabe hervorgerufenen Ablenkung folgend, in einer geradgebrochenen Linie nach rückwärts (Fig. 2), nach dem Halse oder Rücken des Hirsches sich neigt, vielmehr erreicht, daß sie in wellenförmig gebrochener Linie ihre ursprüng-



Fig. 1.
Schema soll zeigen, wie eine Geweihstange mit Vordersprossen aussehen müßte, wenn sie keine Knickungen und Biegungen in ihrem Verlauf erführe.

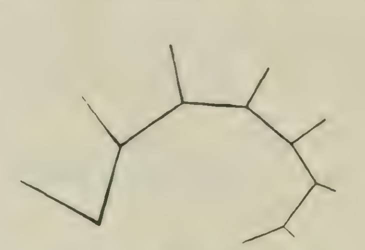


Fig. 2.
Schema soll die Form einer Geweihstange zeigen, die durch die jedesmalige Stangenknickung am Sproßansatz entstehen müßte, wenn diese Knickung nicht durch die nach vorn gerichtete Konkavkrümmung (Fig. 3 kK) kompensiert würde.



Fig. 3.
Geweihstange des Edelhirsches; kK kompensatorische Krümmung (nach Hoffmann).

liche Richtung nach aufwärts beibehält und zugleich ihre Sprossen in der Kampfrichtung nach vorn richtet (Fig. 3).

3. An der Stelle, wo eine Sprosse entspringt, flacht sich die Stange seitlich ab und es wird oberseits zwischen Stange und Sprosse eine ursprünglich spitzbogenartige Bucht gebildet, die aber dadurch ausgerundet wird, daß sich zwischen der oberen Kante der Sprosse und der vorderen Kante der Hauptstange eine firstführende Verjüngung oder eine hautartige Bildung, ähnlich derVerbindungshaut, wie wir sie an der Hand zwischen Daumen und Zeigefinger haben, hinzieht[1]) (Fig. 4). Kürzer gesagt, die obere Sprossenbucht trägt eine Verbindungslamelle.

Die Einhaltung dieser Regeln stempelt, wie Hoffmann in sehr ansprechender Weise gezeigt hat, das Geweih zu einer äußerst kampftüchtigen Waffe.

[1]) Dieser Hautsaum entwickelt sich um so stärker, je näher die Sprossen aneinander rücken und veranlaßt bei stark genäherter Stellung der Sprossen eine schwimmhautähnliche Verwachsung der Basisenden der Sprossen, die im Verein mit der zweiseitigen Abflachung am Sprossenansatz bis zur Schaufelbildung (Elch, Damhirsch) führen kann.

Aus diesen Eigentümlichkeiten des Geweihaufbaues folgt nämlich, daß der tiefste Punkt der von Sprosse und Stange eingeschlossenen Bucht genau in der Achse des unteren Stangenteils liegt. Fällt nun beim Kampfe zweier Hirsche ein Stoß aus irgendwelcher Richtung in diese Bucht, so wird er nach dem tiefsten Punkte der letzteren abgleiten müssen und hier niemals quer oder schräg auf Hauptstange bezw. Sprosse, sondern stets in der Richtung der Stange auftreffen (Fig. 5). Dadurch wird sich die Kraft des Stoßes aber auf den ganzen unterhalb liegenden Stangenkörper verteilen und dadurch natürlich die Bruchgefahr außerordentlich verringern. Wäre



Fig. 4.
Bindehaut (schwarz) in der Sprossenbucht.

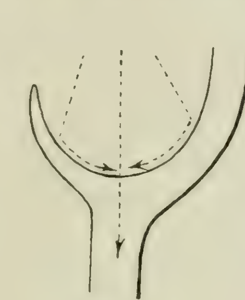


Fig. 5.
Die Stoßwirkungen auf die Sprossenbucht werden auf den darunter liegenden Stangenteil abgeleitet.

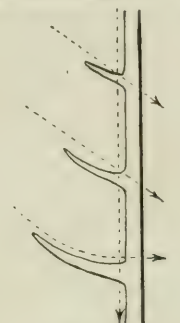


Fig. 6.
Schema soll zeigen, wie Sprossen oder Stangen durchbrechen müßten, wenn die Stange ohne Knickung und kompensatorische Krümmungen aufgebaut wäre (nach Hoffmann).

nämlich die Stange nicht geknickt, läge also der tiefste Punkt der Bucht außerhalb der Stangenachse, dann würde entweder die Stange schräg durchbrechen oder es würden die Enden abbrechen (Fig. 6) müssen, was sie bekanntlich gewöhnlich nicht tun.[1])

Wäre ferner die abgehende Sprosse oberseits nicht durch jene, den Winkel ausfüllende, sehr harte, zu einer First sich zuschärfende Bindelamelle mit dem Stangenteil verbunden, so würde die Stange leicht beim Auffangen des Stoßes vom tiefsten Punkt der Bucht aus der Länge nach aufsplittern. Die Bindelamelle aber verhindert einen derartigen Zwieselbruch.

Es soll nunmehr versucht werden, die diskutierten Geweiheigentümlichkeiten auch von entwicklungsmechanischen Gesichtspunkten aus verständlich zu machen, denn die von Hoffmann vorwiegend herangezogenen Zweckmäßigkeitsgründe zeigen zwar, wie die betreffenden Bildungen sich im Kampf ums Dasein oder in unserem Falle spezieller ausgedrückt, im Kampf um die Weibchen,

[1]) Abgekämpfte Stangenteile erscheinen in normalen Fällen über oder unter einer Bucht, also zwischen zwei Enden, nicht aber an der Ansatzstelle einer Sprosse durchgebrochen. Ausnahmefälle sind äußerst selten.

bewähren und sich darum nach dem Siege auf die nachkommenden Generationen vererben konnten, sobald sie erst einmal da waren; sie zeigen aber nicht — und sollten natürlich von Hoffmann aus auch gar nicht zeigen —, wie das in diesem Kampfe zum Siege Gelangte physiologisch entstanden ist; sie sagen nichts darüber aus, durch welche anatomisch-physiologische Faktoren das Geweih in seiner Zweckmäßigkeit aufgerichtet wird, ehe es in dieser Zweckmäßigkeit als Erbgut der Spezies an die Deszendentenreihe durch Vererbung weitergegeben werden kann.

Natürlich fällt die Wirksamkeit der Faktoren, die an dem Zustandekommen der Geweiheigentümlichkeiten beteiligt sind und die bei ihrer Wiederkehr in den aufeinanderfolgenden Generationen immer wieder ähnliches schaffen und hierdurch die Vererbung dieser Geweiheigentümlichkeiten vermitteln, in die Zeit des Geweihaufbaues, d. h. also in das Stadium des Kolbengeweihes. In diesem Stadium ist das im Wachstum begriffene Geweih von der Körperhaut (Bast) überzogen.[1]) Die Geweihstange selbst wird unter der Körperhaut zunächst aus verhältnismäßig weichem, plastischen Bindegewebsmaterial angelegt, das in der Regel als „préosseuses“ Gewebe (vielleicht besser „praeosseales“ Bildungsgewebe) bezeichnet wird, und das erst sekundär, aber ziemlich bald nach seinem Aufbau unter Ablagerung von Kalksalzen verknöchert wird. Das Wachstum der Geweihkolben mit seinen Sprossen findet durch Neuansatz solcher Bindegewebssubstanz vorwiegend an den oberen Endspitzen statt, während ein irgendwie bemerkenswertes Dickenwachstum der einzelnen Geweihanteile nach dieser ersten Erzeugung nicht mehr eintritt. Das Wachstum des Geweihes ist also vorwiegend oder ausschließlich ein Spitzenwachstum. An der durch das Spitzenwachstum aufgestellten Geweihform wird durch die nachfolgende Verknöcherung dieser Form nichts wesentliches geändert.

Aus anderwärts gemachten Erfahrungen[2]) darf man ohne Bedenken annehmen, daß das bei dem Spitzenwachstum „führende“ Gewebe in der äußeren Deckschicht der das eigentliche Geweih hervorbildenden Bindegewebsmasse zu suchen ist, eine Schicht, die wir als „Periostschicht“ bezeichnen wollen, da sie später bei der nachfolgenden Verknöcherung zahlreiche Knochenbildungszellen, die sogenannten Osteoblasten, zur Ablagerung von Knochensubstanz in die Bindegewebsmasse hineinsendet und dann als Periost (oder

[1]) Über das Verhalten der Gewebe während des Wachstums und über die Vorgänge der Verknöcherung des Geweihes, auf die hier nicht näher eingegangen werden kann, findet sich eine gute Zusammenstellung bei A. Rörig in Archiv für Entwicklungsmechanik, Bd. 10; 1900, S. 620 ff.

[2]) So regeneriert z. B. ein kurzgeschnittener Molchschwanz (Triton taeniatus), sein verloren gegangenes Ende dadurch, daß sein Schwanzskelet nach der Schnittwunde hin vorwächst und dabei die übrigen Gewebe mitnimmt. Das Wachstum von Skeletteilen geht aber von dem Periost, also von der oberflächlichen Umgrenzungshaut des Knochens aus vor sich. G. Tornier im Archiv für Entwicklungsmechanik, Bd. 22, 1906, S. 348 bis 369.

Knochenhaut), die in Bildung befindliche Knochensubstanz von den übrigen, nach außen gelegenen Geweben des Kolbengeweihes, also vor allem von den untersten Bindegewebsschichten der äußeren Körperhaut, des Bastes, abgrenzt. Dieser Periostschicht, die also dem Geweih selbst, nicht dem Bastüberzug zugehört, sind zu dieser Zeit zahlreiche Blutgefäße in innigster Verbindung von außen angepreßt, welche die Aufgabe haben, einerseits als Arterien[1]) und Kapillaren das bei dem Wachstum notwendige organische Material nach den Baustellen hinzuführen und anderseits als Venen die bei dem Wachstum unverbrauchten Blutstoffe wieder in den Körperkreislauf und nach dem Herzen zurückzuführen. Die Wachstumsscheitel an den freien Kolbenenden besitzen, da sie ja in erster Linie das Längenwachstum zu besorgen haben, besondere wirbelartige Zusammengruppierungen von Blutgefäßen, welche an die, das Wachstum leitenden, „führenden", Scheitel der Periostschicht besonders reichliches Ernährungsmaterial abzugeben vermögen.

Auch die das Junggeweih als Bast überziehende Körperhaut, die sich naturgemäß mit dem Wachstum der Kolben entsprechend vergrößern muß, erhält zwar ohne Zweifel die zu ihrem Wachstum benötigten Stoffe von diesen Gefäßen der Periostschicht geliefert; sie wächst aber aller Voraussicht nach nicht eigentlich aktiv oder besser gesagt nicht eigentlich initiativ, sondern sozusagen passiv; sie wird zum Mitwachsen gezwungen, indem sie durch die vordringenden Kolbenenden über die Norm gedehnt wird.[2]) Die hierdurch der Haut aufgezwungene Längendehnung bleibt alsdann durch interkalare Einschiebung neuer Substanzteilchen erhalten.

Es läßt sich leicht begreifen, daß gerade die Periostschicht das Wachstum „führt", denn sie ist diejenige Gewebeschicht des Kolbens, die in betreff der Ernährung durch die ihr zahlreich eingesenkten großen Blutgefäße am besten gestellt erscheint und die darum auch die stärkste Wachstumsenergie zu äußern vermag, eine Energie, welche auch alle anderen, an der Geweihaufstellung beteiligten Gewebe, also auch beispielsweise die den Blutgefäßen nahe angeschlossenen Nerven usw. ganz in derselben Weise wie die Körperhaut zu entsprechendem Wachstum veranlaßt.

Wir können nun ganz im allgemeinen die speziellere Ausgestaltung des Geweihes darauf zurückführen, daß besondere Teile der Kolben be-

[1]) Für die nachstehenden Erörterungen ist zwar der Verlauf der Arterien als ernährender Blutgefäße in erster Reihe maßgebend, da es sich aber dabei um den Blutreichtum der einzelnen Geweihteile handelt und dicke Venen nur da abfließen, wo viel Blut gebraucht worden ist, so können auch die Venen in zweiter Reihe über durch Blutzufuhr besonders begünstigte Geweihabschnitte Auskunft geben. Es verschlägt daher unseren Ableitungen nicht allzuviel, wenn sie zumteil sich auf den Verlauf der Gefäßrillen stützen müssen, von denen sich nicht entscheiden läßt, ob sie ursprünglich eine Arterie oder eine Vene enthalten haben.

[2]) Vgl. die analogen Erfahrungen bei der Regeneration der Molchschwänze. Tornier in Archiv für Entwicklungsmechanik, Bd. 22, 1906, S. 472.

sonders reichlich mit Arterien und den von ihnen transportierten Ernährungsstoffen beschickt werden, und daß deshalb auch nicht alle Teile des Geweihes in gleichem Grade und mit derselben Geschwindigkeit größer werden, sondern daß die einen mehr oder längere Zeit hindurch, die andern weniger oder doch nur während einer kürzeren Zeit wachsen, je nachdem, ob sie von der Blutzufuhr begünstigt sind oder nicht. In entwicklungsgeschichtlicher Sprachweise ausgedrückt würde man zu sagen haben: die Geweihanlage bildet ihre typische Gestalt (mit ihren Verzweigungen, Sprossen, Knickungen, Biegungen usw.) durch „differentielles Wachstum",[1]) das von einer lokal verschiedengradigen Blutzufuhr abhängt, und zwar in der spezielleren Weise, wie schon gezeigt wurde, daß das neue Material immer an den oberen, den Blutgefäßwirbel tragenden Kolbenenden aufgestellt wird und das Aufgestellte dann die anfangs erlangte Form beibehält und in dieser auch der Verknöcherung anheimfällt, wenn die Wachstumsspitze weiter nach oben vorgedrungen ist.

Eine gewisse Strecke unterhalb der Wachstumsspitze findet also ein Wachstumsstillstand statt, dem bald der von der Geweihbasis aus nach oben aufsteigende Verknöcherungsvorgang der äußeren Geweihschicht (cf. die dichte knöcherne Rindensubstanz, d. h. die sogenannte Compacta des reifen Geweihes) folgt.

Aus dem Spitzenwachstum und dem baldigen Stehenbleiben des Wachstums hinter der Spitze, läßt sich die Entstehung des Stangenknickes hinter dem jedesmaligen Sprossenansatz (Fig. 3; cf. auch Fig. 2) leicht erklären, und zwar, wie mir scheint, in wesentlich wahrscheinlicherer Weise als dies Hoffmann im Anschluß an frühere Ansichten von Berthold geglückt ist. Hoffmann glaubt wie Berthold, „daß bei der Bildung einer Sprosse eine gegenseitige Abstoßung des Bildungsmaterials der Sproße und derjenigen der Hauptstange stattfindet, daß also der Knick in der Stange einer rein mechanischen Wirkung seinen Ursprung verdankt"; eine derartige Annahme ist jedoch schwer vorstellbar, da sie Fernwirkungen vom Sproß zur Stange verlangt, die sich wie der Magnetismus durch die umgebende Luft hindurch äußern müßten. Derartige Wirkungen kennt man sonst nirgends im organischen Geschehen. Diese Annahme ist aber auch durchaus nicht nötig. Es genügt vielmehr, daß während des Wachstums der Winkelpunkt der Abzweigung zur Ruhe kommt, um an diesem Punctum fixum das Wachstum der beiden Zweige auseinander zu treiben, ohne daß die Zweigspitzen selbst irgendwie abstoßende Kräfte zwischen sich zu entfalten brauchten.

Schiebt man beispielsweise in dem, in Fig. 7 abgebildeten einfachen Modell den schleifenförmig zusammengebeugten langen Papierstreifen PP_1 durch

[1]) „Differentielles Wachstum" heißt also, an verschiedenen Orten eines organischen Gebildes sich mit verschiedener Intensität abspielendes Wachstum.

die auf dem Brett aufgestellten Drahtösenreihen (Oe) mit seinem Schleifenscheitel gegen den feststehenden Nagel (N) hin vor, so wird sich dieser Schleifenscheitel, sobald er gegen den Nagel anstößt und ihn dann als Punctum fixum passiert, eindellen, und bei weiterem Zuschieben von Papierstrecken durch die Ösen hindurch werden sich zwei Zwieseläste der Papierschleife bilden, deren Scheitel in dem anfänglich aufgenommenen Winkel immer weiter auseinander treten, je mehr Papier nachgeschoben wird, ohne daß — daran wird niemand zweifeln — abstoßende Fernkräfte zwischen den beiden Scheiteln der Schwesterschleifen angenommen werden könnten.

Schiebt man den einen Schenkel des Papierstreifens stärker durch die Ösenreihe vor als den andern, so wächst begreiflicherweise der auf der ent-

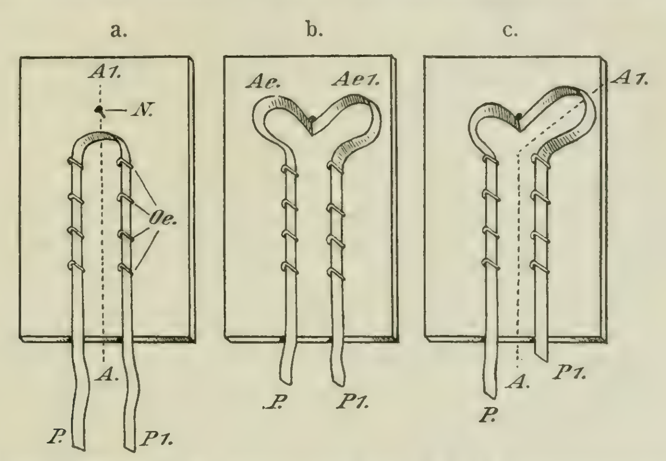


Fig. 7. Papierstreifenmodell zur Veranschaulichung des Auseinanderweichens zweier Zweigäste (Ae, Ae_1), ohne daß eine direkte abstoßende Wirkung der Scheitel der Äste angenommen werden kann. Weiteres im Text.

sprechenden Seite liegende Schleifenast stärker als derjenige der andern Seite, ohne daß darum der Verzweigungswinkel, also der Grad der Knickung der ursprünglichen Schleifenachse (Fig. 7 c, AA_1) eine wesentliche Veränderung erfährt. Es ist dies für unseren Zweck nicht ohne Interesse, denn auch die Knickung der Geweihe ist, wie Hoffmann schon hervorgehoben hat, im wesentlichen unabhängig von der Stärke der abgehenden Sprosse; sie findet durch den fixierten Winkelpunkt immer statt, auch wenn der eine Zweig sich nur zu einem unscheinbaren Höcker entwickelt und nur der andere stärker auswächst.[1])

[1]) Das hier benutzte Papierstreifenmodell entspricht allerdings nicht ganz den Wachstumsverhältnissen des Geweihes, denn die Schleifen des Modells wachsen durch Zuschiebung von Streifenstrecken einzig von den Außenseiten her, während die Geweihkolben an ihren Scheiteln wachsen; es ist aber selbstverständlich, daß durch ein derartiges Scheitelwachstum die einmal durch den Fixpunkt herbeigeführte Richtung der Zweigäste

Unsere Auseinandersetzungen zeigen vorerst nur, wie die entstandenen Zweige winklig mit ihren Enden auseinander treten, nachdem sie entstanden sind, und es muß noch gezeigt werden, wie die Verzweigung selbst entsteht, ehe sie den Fixpunkt des Verzweigungswinkels, der das Auseinanderweichen der Zweigspitzen besorgt, festlegen kann. Wir müssen hierzu folgendes in Betracht ziehen.

Es läßt sich leicht einsehen, daß auf Grund der Abhängigkeit der Wachstumsenergie von der Blutzufuhr die Innenschichten der Stangenkolben langsamer wachsen müssen als deren Außenschichten, die in direkter Anschmiegung an die blutgefäßreiche Periostschicht Nährstoffe in reichlicher Fülle zur Verfügung haben. Die Innenschichten der Kolben besitzen zwar ihre eigenen Blutgefäße, die aus dem Innern des Rosenstocks direkt in den Innenpartien des Bildungsgewebes der Geweihkolben hoch steigen; diese im Stangeninnern geborgenen Gefäße erreichen aber nirgends die Durchmesser derjenigen Blutgefäße,[1]) die auf der Periostschicht der Außenfläche des Geweihkörpers verlaufen, sie werden darum auch dem Geweihinnern weniger Baustoffe zutragen als die Periostgefäße der Außenseite des Geweihes; kurz gesagt: die Außenschicht des Geweihes wächst rascher als seine Innenschichten oder, um diesem Verhalten einen technischen Ausdruck zu geben, die Außenschicht zeigt „Supercrescenz" den Innenschichten gegenüber.

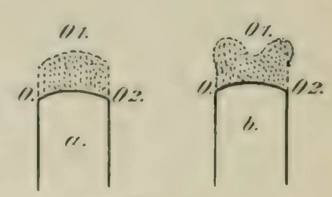


Fig. 8.
Oberflächenzulage bei der Verzweigung in Fig. a ist $O\ O_1\ O_2 < O\ O_1\ O_2$ in Fig. b.

Würden die Innenschichten des Geweihes mit der genau gleichen Intensität wachsen, wie die Außenschichten, so würde sich das Geweih als ein mathematisch vollkommener Zylinder auf den Rosenstöcken emporrichten;

noch viel weniger abgeändert werden kann, als bei dem Papiermodell, das unter dem einseitigen Druck der außenseitig zugeschobenen Papierstrecken viel leichter noch den Winkel nachträglich zusammendrücken könnte, während sich bei dem gleichmäßigen Scheitelwachstum des Geweihes überhaupt kein Seitendruck ableiten läßt, der die einmal aufgenommene Winkelrichtung verändern könnte. Der Knick bleibt also beim Geweih erhalten, nachdem er einmal durch den Stillstand des Wachstums am Winkelscheitel entstanden ist. Natürlich hätte sich durch passende Anordnung von Papierstreifen und Ösenreihen auch das Scheitelwachstum leicht zum Ausdruck bringen lassen, ein derartiges Modell und seine Beschreibung hätte aber umständlicher ausfallen müssen; da nur bewiesen werden soll, daß die Scheitel der Schwesterschleifen ohne abstoßende Fernwirkung von Scheitel zu Scheitel auseinander weichen, so genügt die einfachere Form des Modells.

[1]) Die gesetzmäßige Beziehung zwischen Gefäßdurchmesser und der mittleren durchströmenden Blutmenge ist im Arteriensystem mit einer gewissen Einschränkung ungefähr dieselbe, wie in dem für die anorganische Natur geltenden Poiseuilleschen Gesetz, d. h. die mittlere durchströmende Blutmenge ist proportional der vierten Potenz des Gefäßdurchmessers, vergl. Thomé in Archiv f. d. gesamte Physiologie, Bd. 82, 1900, S. 474 bis 504, und Oppel (weiter unten zitiert) S. 46.

jeder Wachstumsüberschuß der Außenfläche muß aber eine Abweichung von der Zylinderform veranlassen, eine Abweichung, die je nach der Sonderlage der die Wachstumsdifferenzen begleitenden Blutgefäße ganz verschieden ausfallen kann.

Aus der Supercrescenz der Außenschichten des Geweihes läßt sich nunmehr in erster Linie für die *Verzweigung* des Geweihes ein Verständnis gewinnen, denn jede Verzweigung wird, da jeder Zweig seine Oberfläche für sich beansprucht, eine erhebliche Vergrößerung der Gesamtoberfläche zur mathematischen Voraussetzung haben. Schon der Beginn der Verzweigung fordert, wie Fig. 8 zeigen wird, eine Zunahme der Gesamtoberfläche; in Fig. 8b ist die Oberfläche $O\,O_1\,O_2$ des punktierten Zuwachsstückes nicht unerheblich größer als die entsprechende Oberfläche $O\,O_1\,O_2$ des sonst volumengleichen Zuwachsstückes in Fig. 8a. Auch die Fortführung der Verzweigung erfordert mehr Oberflächenerzeugung als das Weiterwachsen eines einheitlichen Zylinders. Ein zahlenmäßiges Beispiel mag das genauer belegen. Denkt man sich ein Geweihstück von 4 cm Durchmesser in zylindrischer Form um 10 cm in die Höhe wachsen, so wird es dabei nach bekannter Formel nur 125,7 cm^2 Mantelfläche erzeugen;[1]) sein Inhalt würde in diesem speziellen Falle sich zu ebensoviel cm^3 berechnen; denkt man sich aber diesen Inhalt (125,7 cm^3), der Verzweigung entsprechend, der Einfachheit halber auf zwei gleiche Zylinder von gleichbleibender Höhe verteilt, so würde jeder dieser Zylinder mit seinem halben Volumen eine Mantelfläche von 88,62 cm^2, beide zusammen also = 177,24 cm^2 Oberfläche erzeugen,[2]) das ist also nach der Teilung um 51,54 cm^2 mehr als dann, wenn der Zylinder ungeteilt bliebe, also keine Verzweigung stattfände. So erscheint die Verzweigung als eine Regulation zwischen der ungleichen Wachstumsgeschwindigkeit von Außen- und Innenschichten des Kolbens; die Abgabe des Zweiges verbraucht den Oberflächenüberschuß, dann kann die Stange eine zeitlang in annähernder Zylinderform weiter wachsen, bis die Ungleichheit in der Wachstumsgeschwindigkeit wieder so groß ist, daß ein neuer Zweig, sozusagen als Ventil für den Wachstumsüberschuß der Oberflächenschicht, die allzustarke Expansionsspannung der Stangenoberfläche beseitigt.

Aus derselben Supercrescenz der Außenschichten läßt sich aber außerdem auch die *allmähliche kegelförmige Verjüngung*, welche sich an den Enden der Geweihsprossen findet, die ja niemals eigentliche Zylinder von gleichbleibendem Durchmesser darstellen, leicht ableiten. Denken wir uns beispielsweise unser 10 cm hohes Zuwachsstück von vorhin, das bei zylindrischem Wachstum 125,7 cm^2 Mantelfläche mit 125,7 cm^3 Inhalt

---

[1]) $J = r^2\pi h$; da $r = 2$ cm und $h = 10$ cm, so ist $J = 40\pi = 125{,}7$ cm^3; $M = 2r\pi h$; $M = 40\pi = 125{,}7$ cm^2.

[2]) $20\pi = r_1\pi\,.\,10$; daher $r_1 = \sqrt{2} = 1{,}41$ cm. $M_1 = 2\sqrt{2}\pi\,.\,10 = 20\pi\,.\,\sqrt{2} = 62{,}83\,.\,1{,}41 = 88{,}62$. $M_1 + M_1 = 177{,}24$.

aufwies, in einen inhaltsgleichen Kegel von gleicher Grundfläche, also von 4 cm Durchmesser umgewandelt, so würde dessen Mantel nicht weniger als 188,5 cm^2 besitzen, und seine Höhe würde sich auf 30 cm ausrecken.[1]) Durch die Verjüngung der Sprossen gegen die Endspitzen hin wird also eine recht erhebliche Vergrößerung der Mantelfläche erzielt, die gleichzeitig mit einer vergleichsweise sehr beträchtlichen Längsstreckung der Sprosse einhergeht; auch die Sprossenverjüngung gibt somit ein sehr wirksames Abflußventil für das überschießende Oberflächenwachstum der entsprechenden Geweihteile ab; sie ist in der Tat in der genannten Beziehung noch wirksamer als die Verzweigung.

Man sollte denken, daß dieses Mittel vollauf für sich allein ausreichen müßte, das überschüssige Oberflächenwachstum zu bändigen, und daß darum alle Geweihe sich eigentlich in Form langgestreckter Spieße entwickeln müßten, ohne je Verzweigungen zu bilden. Man muß aber bedenken, daß bei einem derartigen kegelförmigen Geweihaufbau zwar die Innenmasse tatsächlich dem Volumen nach sehr viel weniger Substanz anzusetzen brauchte als die Oberfläche, daß sie aber dabei das relativ geringe hinzugekommene Volumen ganz außerordentlich rasch in die Längsachse einschieben müßte (auf das dreifache derjenigen Länge bei zylindrischem Wachstum, bei dem Innenmasse und Oberfläche Schritt halten). Eine solche rapide Längsanordnung vermag die Innenmasse aber nur dann ausreichend zu leisten, wenn es sich um besonders dünne Geweihteile handelt, deren Innenlumen von den in der Periostschicht verlaufenden Hauptgefäßen nicht zu weit abliegt, um deren Nähe zu dem erforderlichen raschen Substanzansatz auf einer langen Strecke hin gleichzeitig ausnutzen zu können. So bleibt das Prinzip der kegelförmigen Verjüngung nur bei relativ dünnen Geweihteilen anwendbar, und wir finden es darum in merklichem Grade nur bei den relativ dünnen Spießgeweihen und den Sprossenenden stärkerer Geweihe realisiert, wo es zugleich diese Enden kampftüchtig zuspitzt und das Wachstum an der Kegelspitze abstoppt, während es an den stärkeren Stangenteilen normalerweise kaum andeutungsweise, nie aber sehr erheblich hervortritt. Für die stärkeren Geweihteile, unter welche nicht nur die Bestandteile der eigentlichen Hauptstange, sondern auch beispielsweise die starken Vordersprossen des Renntiergeweihes zu rechnen sind, bleibt die Verzweigung als das unbeschränkt anwendbare, regulierende und zugleich sehr zweckmäßige Produkt der Wachstumsdifferenz von Oberfläche und Innenschichten in Wirksamkeit.

Wie der „allgemeine“ Gefäßreichtum der Periostschicht die externe Supercrescenz im Geweihkolben und hierdurch die Verzweigung und die

[1]) Kegelmantel $M = r \pi s$; wobei $s = \sqrt{r^2 + h^2}$; h berechnet sich aus $J = 40 \pi = \frac{1}{3} r^2 \pi h$; $h = \frac{40\pi . 3}{4 \pi} = \frac{3 . 40}{4} = 30$; $s = \sqrt{4 + 900}$; M demnach $= 2 \pi \sqrt{904} =$ 188,49 cm^2.

konische Verjüngung bestimmter Geweihteile veranlaßt, so erweisen sich fürderhin auch andere Geweiheigentümlichkeiten von dem „speziellen" Verlauf der Blutgefäße, der an den Blutgefäßrillen des gefegten Geweihes mehr oder weniger sicher erkennbar bleibt, in deutlichster Weise abhängig. Als solche, von dem besonderen Verlauf der Blutgefäße auf der Periostschicht abhängige Geweiheigentümlichkeiten lassen sich folgende anführen, die im nachstehenden kurz behandelt werden sollen. Erstens: Die bogenförmigen Aufwärtskrümmungen der Sprossen, und fernerhin die schon von Hoffmann her bekannten, entwicklungsmechanisch aber noch nicht behandelten Tatsachen, die Hoffmann in seiner oben angeführten dritten und zweiten Gestaltungsregel zum Ausdruck gebracht hat, nämlich zweitens: die Entstehung der Bindelamelle in der Sprossenbucht, uud schließlich drittens: die kompensatorische Krümmung der zwischen je zwei Sprossenetagen liegenden Stangenabschnitte.

1. Die von der Hauptstange abgehenden Sprossen erscheinen normalerweise ihrer Hauptrichtung nach bogenförmig nach oben gekrümmt. Bei diesen bogenförmigen Aufwärtskrümmungen ist aus matematischen Gründen die nach unten gewendete Konvexseite stets länger als die nach oben liegende Konkavseite; die Konvexseite muß daher im Kolbengeweih rascher gewachsen sein als die Konkavseite. Wir müssen auf der unteren Konvexseite stärkere Arterien bezw. Blutgefäßriefen erwarten, wenn unsere Behauptung, daß verschiedengradiges Wachstum mit verschiedengradiger Blutzufuhr verbunden ist, zutreffen soll. Diese Vermutung findet sich nun meiner Erfahrung nach durchaus in zu erwartendem Grade überall da bestätigt, wo nicht etwa durch starkes Abfegen der betreffenden Geweihteile die Gefäßfurchen selbst mit abgescheuert sind, was sich leicht an dem weißen Aussehen solcher Fegestellen erkennen läßt. Die Hauptgefäßrillen verlaufen an den nach aufwärts gebogenen Sprossen auf der konvexen Unterseite (Fig. 9), und zwar sind es, wie ich mich an einem Injektionspräparat des Marburger zoologischen Instituts[1]) überzeugen konnte, in der Regel zwei Arterienrillen, von denen je eine rechts und links von der Medianebene der Sprosse auf deren Unterseite hinziehen, die sich aber bei starken Sprossen in jederseits zwei nebeneinanderherlaufenden Arterien spalten können und hierdurch nun als rechts und links verlaufende Einzelarterien oder rechts- und linksseitige Arterienpaare die stärkste

[1]) Herrn Prof. Dr. Eugen Korschelt fühle ich mich zu besonderem Danke verpflichtet, daß er mir dieses sowohl als ein ergänzendes Präparat aus der Marburger Anatomie zu genauerem Studium zugängig machte. In den betreffenden Präparaten, die vermutlich die einzigen Injektionspräparate von ursprünglichen Kolbengeweihen darstellen, die existieren, sind die Arterien mit roter, die Venen mit blauer Wachsmasse injiziert, so daß sich leicht feststellen läßt, welche Gefäßrille einer Arterie, welche einer Vene zugehört.

Konvexbiegung in der Medianebene der Sprosse zwischen sich nehmen. Auf dem First der Konvexbiegung können sie begreiflicherweise nicht liegen, weil die Arterien erst Kapillaren abgeben müssen, bevor sie durch deren Vermittlung Ernährungssubstanzen an das wachsende Kolbengewebe abliefern können, wozu eine gewisse, wenn auch geringe Entfernung zwischen dem eigentlichen Gefäß selbst und dem zu ernährenden Gewebe notwendig wird. Wir können also sagen: die ernährenden Arterien liegen auf der unteren Konvexseite der Sprossen so dicht an dem Firste der Konvexität, als es die notwendige Ausspinnung von Kapillaren nach dem First hin gestattet hat. Auch bei anderen (auch anormalen) Biegungen von Sprossen und sonstigen Geweihteilen oder bei partiellen Geradestreckungen der Sprossen wird man die Abhängigkeit vom Blutgefäßverlauf meist unschwer erkennen können; wo Blutgefäße prävalieren, wird man eine Konvexkrümmung antreffen, wo sich gleich starke Blutgefäßrillen auf verschiedenen Seiten der Geweihabschnitte gegenüberstehen, da wird man meist auch deutlich eine Geradestreckung des betreffenden Sprossenabschnittes oder sonstigen Geweihteiles wahrnehmen.

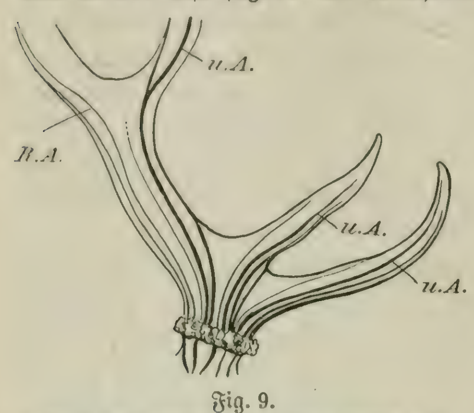


Fig. 9.
Verlauf der Arterien auf dem unteren Teil einer rechtsseitigen Zehnenderstange (nach einem Injektionspräparat des Marburger zoologischen Instituts). R A = Arterien der Geweihrückenseite; u A = Arterien der unteren Konvexseiten der Sprossen.

Die Prävalenz der unterseitigen Sprossenarterien über die auf der oberen Konkavseite verlaufenden, erheblich schwächeren Blutgefäße verschafft sich auch dadurch Ausdruck, daß die prävalierenden unterseitigen Gefäße entweder direkt von dem Kranzgefäß aufsteigen, das sich als Ring dicht unter der Rose hinzieht, wie bei den Sprossen der drei unteren Etagen, oder daß sie wenigstens, selbst wenn sie sich als Zweigarterien (bei den oberen Etagen) von anderen aufsteigenden Arterienstämmen abzweigen, in der allgemeinen Verlaufsrichtung von dem Rosenstock nach den Geweihspitzen hin halten, während die an sich schon schwächeren Arterien der konkaven Oberseite immer nur Zweiggefäße sind und hierbei noch einen eigentümlichen rückläufigen Gang einschlagen, der wahrscheinlicherweise eine gewisse Hemmung auf den Blutstrom ausüben muß,[1]) so daß neben der Ver-

[1]) Diese Verringerung der Blutstromgeschwindigkeit wird bei der durch Roux nachgewiesenen relativ geringen Reibung des Blutes innerhalb der Gefäße nicht als sehr bedeutend anzunehmen sein; sie wird sich aber durch die Dauer ihrer Wirksamkeit doch Geltung verschaffen. In dem Marburger Injektionspräparat sind die Gefäße der kon-

ringerung der Blutzufuhr, welche die Verzweigung mit sich bringt, auch die Rückläufigkeit dieser Gefäße eine geringere Nährsubstanzzufuhr zu der Oberseite veranlaßt. Zu diesen Faktoren der Beeinträchtigung der Oberseite betreffs der Blutzufuhr kommt noch ein dritter hinzu, nämlich der, daß, wie gleich gezeigt werden soll, die an sich schon schwächeren und durch ihre Rückläufigkeit benachteiligten Arterien obendrein noch Substanzen an die Bindelamelle der Sprossenbucht abzugeben haben. Man sieht, die Unterseite der Sprosse wird bei der Nahrungszufuhr bevorzugt, die Oberseite aber in mehrfacher Hinsicht (geringere Stärke von Zweigarterien, Rückläufigkeit und Abgabenbelastung) benachteiligt, ergo, wächst die Unterseite rascher als die Oberseite der Sprosse, d. h. die Sprosse krümmt sich nach aufwärts.

2. Auf die erwähnte Rückläufigkeit der Buchtarterien ist die Bildung der Bindelamelle zurückzuführen, die sich in wechselndem Ausbildungsgrade zwischen Stangenteil und Sproß hinzieht und dadurch, wie oben gezeigt wurde (Fig. 4 bis 5), einen Zwieselbruch zwischen Stange und Sproß in Kampfesnöten verhindert.



Fig. 10.
Oberes Ende der rechtsseitigen Zehnerstange des Marburger zoologischen Instituts, Injektionspräparat. r A = rückläufige Arterie der Sprossenbucht (die rot injizierte Arterie ist zur Erleichterung der photographischen Aufnahme mit Kreide überstrichen).

Die oberseitigen Gefäße entspringen aus anderen Hauptstämmen weit, zuweilen, wie der betreffende Rillenverlauf an manchen Geweihen zeigt, sogar sehr weit über der Etage, auf welcher die Sprosse steht, die sie zu versorgen haben, sie laufen in einem entsprechenden Bogen auf die Etage zurück und hier in die Sprosse hinein in der Weise, wie es in Fig. 10 deutlich zu sehen ist. Dieser eigentümliche Verlauf darf wohl ohne Bedenken darauf zurückgeführt werden, daß die betreffenden, vom Unterrosenringgefäß aufsteigenden, Gefäße an ihrem an das Ringgefäß anschließenden basalen Ende noch nachträglich wachsen,[1]) nachdem sie schon

kaven Oberseite durchgängig viel weniger prall mit Injektionsmasse erfüllt als die an sich schon stärkeren Gefäße der konvexen Unterseite der Sprossen und die Gefäße des Stangenrückens, die demnach dem Vordringen der Injektionsmasse weniger Widerstand boten.

[1]) Auf das gleiche nachträgliche Wachstum deuten auch hin- und herschlängelnde Krümmungen der Gefäße, die man zuweilen direkt über dem Rosenstock an den Gefäßrillen wahrnimmt, und diejenigen, die sich noch häufiger auf den abgeplatteten Seiten unterhalb des Buchtwinkels im Gebiet der unteren Etagen wahrnehmen lassen.

ihre Zweige für die oberseitigen Sprossengefäße abgegeben haben. Dadurch wird, wie die theoretische Fig. 11 zeigt, die Abzweigstelle über die Etage hinaus verschoben und es entsteht die Rückläufigkeit, die im Bogen nach der Sprosse zurückführt.

Während nun aber der Verzweigungspunkt (V) der Arterie nach oben verschoben wird, muß der Bogenteil mit nach oben gezogen werden, und die weiche, plastisch reagierende Masse[1]) des wachsenden Kolbenbindegewebes wird notwendig diesem Bogenzuge nach oben folgen müssen, so daß sich nun unter der Wirkung der Bogengefäße die Bindelamelle emporhebt, die zugleich, da sie eine Oberflächenvergrößerung bedeutet, die oberseitigen Gefäße mit besonderer Nährstoffentziehung belastet und auch darum wieder eine Benachteiligung der übrigen konkaven Oberseite der Sprosse bewirkt, die an der Konkavbiegung der Oberseite ebenso beteiligt ist wie die früher genannten Faktoren (nämlich wie die schwächere Ausbildung und die Rückläufigkeit dieser Gefäße). So erklärt der eigenartige Verlauf der oberseitigen Buchtgefäße einmal die Entstehung der Bindelamelle und er ist außerdem aber auch gleichzeitig an der Aufwärtskrümmung der Sprossenenden beteiligt.

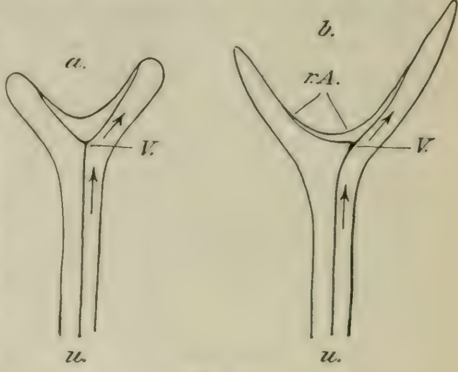


Fig. 11.
Schema, soll die Verlagerung des Verzweigungspunktes (V) durch nachträgliches Wachstum der Arterienstrecke uV und die dadurch hervorgerufene Rückläufigkeit der Buchtarterie (r A) zeigen.
Fig. a) erste Aufstellung des Verzweigungspunktes V; Fig. b) Verlagerung von V.

3. Die kompensatorische Krümmung, welche das durch die Sprossenabgabe nach hinten geknickte Geweih (Fig. 2) zwischen den Sprossenetagen jedesmal wieder nach vorne beugt (Fig. 3, k K) erklärt sich in einfachster Weise dadurch, daß nach jedesmaliger Abgabe von Blutgefäßen und wachstumsfähiger Substanz an die Sprossen die Vorderseite der zwischen den Sprossen gelegenen Stangenabschnitte in ihrer Wachstumsfähigkeit beeinträchtigt wird, während die Blutgefäße der Rückenseite sich nicht in gleicher Weise an der Blutzufuhr nach den Sprossen hin beteiligen,[2]) sondern die überwiegende Hauptmenge ihres Blutes der Rückenseite der Stange zur Verfügung stellen (Fig. 9, RA). Genau wie bei der Aufwärtskrümmung

---

[1]) Der plasmatische Zelleib jugendlicher, nicht durch ein Gerüst ausgesteifter Zellen reagiert auf „längere" Zug- und Druckwirkungen wie eine plastisch knetbare Masse cf. Rhumbler in Ztschr. f. allgem. Physiologie (Verworn), Bd. 1, 1902, S. 367 ff.

[2]) Einige der Gefäße der Rückenseite verlaufen in gerader Richtung von dem Unterrosenring bis in die oberste Geweihetage, ohne Gefäße nach den Sprossen hin abzugeben.

der Sprossen muß auch hier die Schwächung der Blutzufuhr, welche die Vorderseite der Stange durch die Abgabe von Sprossengefäßen erfährt, zu einer Konkavbiegung der Vorderseite führen, während die Hinterseite der Stange sich konvex biegen muß, weil sie in ungehemmtem Tempo, also periodisch rascher als die Vorderseite zur Zeit der Sprossenabgabe, weiterwächst. „Vorderseite des zwischen zwei Sprossen gelegenen Stangenabschnittes kürzer und konkav, Hinterseite länger und konvex", das ist die hiermit erklärte, mathematisch notwendige Eigentümlichkeit der kompensatorischen Krümmungen.

Man sieht, wie sich dem Prinzip des durch die Blutgefäßverteilung induzierten differentiellen Wachstums der einzelnen Geweihteile die morphologischen Merkmale der normalen Geweihbildung zwanglos fügen. Dasselbe Prinzip hält aber auch bei denjenigen Mißbildungen stand, die man als Nebenstangenbildungen bezeichnet. Sie entstehen durch accidentelle Spaltungen der Rosenstöcke oder der Basen der Stangenkolben; die abgesprengte Nebenstange kann dabei das ungefähre Abbild der Hauptstange zur Entwicklung bringen[1]) und hat gleichzeitig in der Regel umsomehr Enden, je größer der abgesprengte Stangenteil ist. Die Supercrescenz der Rindenschicht veranlaßt auf der Nebenstange ebensogut Sprossenbildung als auf der Hauptstange, und zwar in desto größerer Zahl, je größer die Ausgangsmasse (der Nebenstange) war und je mehr Arterien sie mitbekommen hat, denn umso größer wird die Dissonanz zwischen Rinden- und Innenwachstum werden, und desto häufiger muß darum die Regulation dieser Dissonanz durch Sprossenbildung eintreten.

Auch wäre es durchaus falsch, wenn man bei jedem anormal entwickelten Geweih etwa jede von der Stange aus nach hinten abgehende Sprosse für eine durch anormale Bedingungen nach hinten verlagerte Vordersprosse ansehen wollte. Werden durch Verletzungen auf der Hinterseite der Kolben Geweihteile so abgesplittert, daß die Splitter mit ihrer Basis dem Kolbengeweih anhaften bleiben, so wächst die Rindenschicht der Absplitterung infolge ihrer Supercrescenz um den Splitter herum, und da die dem Splitter beigegebene Innensubstanz dabei sehr häufig nur in relativ geringer Menge vorhanden sein wird, wird hierbei sehr leicht (cf. S. 176) eine langgezogene, sich allmählich verjüngende Sprossenform entstehen, wie sie die Abbildung (Fig. 12) eines mir von Herrn Kollegen Forstmeister Sellheim gütigst zur Verfügung gestellten anormalen Geweihs bei a)

---

[1]) Dieses Abbild zeigt aber fast stets ein Defizit in der Anzahl der Sprossen oder wenigstens in der Stärke ihrer Ausbildung; auch diejenige Stange, von welcher die Nebenstange abzuleiten ist, weist oft ein derartiges Defizit einer wohlerhaltenen Normalstange gegenüber auf. Diese Defizite erklären sich leicht dadurch, daß die externe Supercrescenz die Spaltflächen der voneinander getrennten Stangen überwuchern mußte und darum für die Sprossenbildung weniger Substanz übrig behielt.

deutlich zeigt. Diese Hintersprosse zeigt weder vor ihrer Ansatzstelle auf der Stange, noch in ihrem eigenen Verlauf irgendwelche Drehung der Blutgefäßrillen, die auf eine Verlagerung einer ursprünglichen Vordersprosse in die Stellung nach hinten, also auf eine Umwandlung einer Vordersprosse in eine Hintersprosse deuten könnte; sie ist eben ein anormal losgefaserter Geweihteil, der, ohne ein Homologon bei normalen Geweihen zu haben, ebenso infolge der Supercrescenz der Außenschicht entstanden ist, wie auch sonst bekanntermaßen sogenannte unechte Sprossen aus Geweihverwundungen entstehen können, weil die freigespaltenen Fetzen von der Supercrescenz der Rindenschicht mit einem Blutgefäßnetz eingehüllt und von der Periostschicht mehr oder weniger sprossenartig ausgebildet werden.

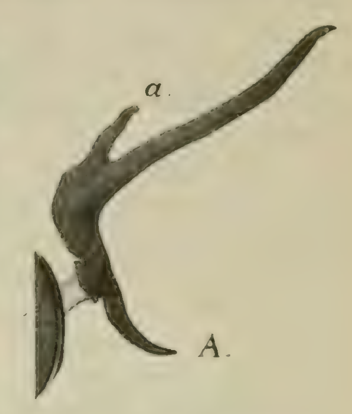


Fig. 12.
Anormale rechtsseitige Geweihstange eines Edelhirsches.
A = Augsprosse; a = anormale, nach hinten gerichtete „accessorische" Sprosse (aus der Sammlung: Forstmeister Sellheim).
Entfernung a A 29,3 cm.

Das Vorauseilen einer Geweihstufe sowie das Zurücksetzen der Geweihe, also die Erscheinungen, daß etwa an Stelle eines normalerweise zu erwartenden Spießes eine Gabel, ein Sechsergeweih usw. aufgesetzt wird, oder daß umgekehrt (bei dem Zurücksetzen) minderendige Geweihe an Stelle der zu erwartenden Geweihe mit einer höheren Endenzahl aufgesetzt werden, verlieren unter dem Gesichtspunkte des differentiellen Wachstums jede morphogenetische Abstrusität; sie erklären sich einfach dadurch, daß bei besonders günstiger Ernährung eine größere Substanzmasse der Geweihbildung zur Verfügung steht, bei schlechter Ernährung oder (mit dem Alter) abnehmender Konstitutionskraft aber eine geringere; die Supercrescenz der Rindenschicht veranlaßt unter sonst gleichen Verhältnissen (gleichen Außen- und Innenbedingungen) die Erzeugung einer um so größeren Zahl von Enden, je größer das Volumen der dem Kolbengewebe zugeschickten Wachstumssubstanzen ist, und sie veranlaßt die Bildung einer um so geringeren Zahl von Enden, je geringer das dem Kolbengeweih für sein Wachstum zur Verfügung gestellte Substanzquantum ist, bis zu einem gewissen Grade unabhängig davon, wie alt im Spezialfalle das geweihtragende Individuum ist.

Wenn die palaeontologische Entwicklung der Geweihe [entsprechend der normalen Aufeinanderfolge der Geweistufen bei demselben rezenten Hirschindividuum[1])] zunächst im Mittelmiocän bis zum Obermiocän nur Spießer

[1]) Die Entwicklung des Einzelindividuums (= Ontogenie) entspricht also in der Regel der geologischen Stammesentwicklung (= Phylogenie), so daß die Geweihentwick-

und Gabler vorführt, dann zwischen Pliocän und Obermiocän die ersten Sechser und dann erst vom Oberpliocän ab die ersten Achter und Mehrender einstellt, so deutet das darauf, daß erst allmählich (wahrscheinlich unter dem Einfluß der natürlichen Zuchtwahl) der Organismus dazu veranlaßt worden ist, immer größere Substanzmengen dem Geweih zu seinem Aufbau zuzuschicken, nicht aber darauf, daß das Höhersteigen der Endenzahl durch einen Erwerb neuartiger Organisationsfähigkeiten bedingt sei, und diese Auffassung wird dadurch belegt, daß mit der Zunahme der Endenzahl in der zeitlichen Aufeinanderfolge der geologischen Schichten gleichzeitig auch die Länge des Geweihes und hierdurch auch sein Volumen, gradatim in der Schichtenfolge mehr und mehr anwächst.[1]) Die Spießer und Gabelgeweihe der miocänen Dicrocerus-Geweihe kommen über 25 cm nicht hinaus und bleiben zuweilen sogar unter 10 cm, die ersten Sechser zwischen Miocän und Pliocän (Capreolus matheronis Gerv.) haben eine Stangenlänge von ca. 30 cm und die nachkommenden Sechser im Oberpliocän (Axis etuerarium) erreichen bereits eine Länge von annähernd 60 cm, während die im Oberpliocän neben den zuletztgenannten zuerst auftretenden Achtender durchschnittlich Geweihe von ca. 75 cm aufzuweisen haben; eine Längensteigerung die im Postglazial durch den Riesenhirsch [Megaceros giganteus (Bl.)] mit Stangenlängen von ca. 1,30 m ihr Maximum erfährt; es geht also die Endenerzeugung mit der Längen- und Volumzunahme Hand in Hand.

Die Frage nach der Endenzahl der Geweihe erscheint alledem zufolge erstens eine Frage nach dem auf die Geweihbildung verwendeten Substanzquantum. Je größer dieses Quantum ist, desto öfter wird sich ceteris paribus die Sprossenbilduug als Regulation zwischen der verschiedenen Wachstumsenergie der Außenfläche des Geweihes einerseits und der Innenmasse anderseits wiederholen; die Anordnung der einzelnen Geweihteile ist zweitens eine Frage nach dem Verlauf der Blutgefäße, welche die Substanzzufuhr nach den wachsenden Kolbenteilen zu leisten haben; ein Geweihteil wächst um so stärker, je dicker und je zahlreicher die ihm zufließendn Arterien sind. Die Anordnung der Blutgefäße ist schließlich eine Frage nach dem Wachstumsverhältnis der Blutgefäße und des dieselben „führenden" Periostschichtgewebes.

Man wird bei den genannten Faktoren des Geweihwachstums die Erwähnung eines Einflusses der Nerven vermissen. Man hat lange Zeit an-

---

lung ein schönes, aber angesichts des Voraus- und Zurücksetzens von Geweihen nicht ausnahmslos geltendes Beispiel für das von Haeckel aufgestellte biogenetische Grundgesetz bietet, das bekanntlich aussagt, daß die Ontogenie in großen Zügen die Phylogenie wiederholt.

[1]) Man vergl. hierzu die Zusammenstellung fossiler Geweihtypen bei A. Rörig in Archiv für Entwicklungsmechanik, Bd. 10, 1910, S. 525 bis 617, T. 5 bis 10.

genommen, daß das Wachstum des tierischen Körpers ganz allgemein unter dem direkten dirigierenden Einfluß des Nervensystems vor sich gehe, und dementsprechend die Existenz sogenannter „trophischer" Nerven behauptet, welche dieses Wachstum in gesetzmäßig geordneter, wenn schon völlig unaufgeklärter Weise veranlassen sollten. Die neuere Zeit hat aber gezeigt, daß die Existenz solcher „trophischer" Nerven mehr wie fraglich, zum mindesten in keinem Fall sicher bewiesen ist [cf. P. Jensen[1])] und daß ein eventueller Einfluß der Nerven auf das Wachstum nur auf indirektem Wege annehmbar bleibt. Gerade bei der Geweihbildung der Hirsche liegt ein besonderer Erscheinungskomplex vor, der auf irgend eine derartige, wenn auch indirekte Beeinflussung des wachsenden Kolbengeweihes durch das Nervensystem mit geradezu zwingender Deutlichkeit hinweist. Es sind die eigentümlichen Kümmerungen und Deformationen von Stangen, nach Verletzung von Weichteilen und Knochen der Hinterextremität,[2]) die in solchen Fällen fast immer sich in diagonaler Richtung äußern, bei Verletzung der linken Hinterextremität also an der rechten Stange, bei Verletzung der rechten Hinterextremität an der linken Stange geringere Entwicklung und sonstige Ungewöhnlichkeiten (der meist normal bleibenden anderen Stange gegenüber) zu Wege bringen. Es gibt kein anderes Organsystem, das eine derartige Beeinflussung durch Vorgänge, die sich hinten einseitig abgespielt haben, nach vorn auf die andere Seite übertragen könnte als das Nervensystem, das in seinen Zentralteilen (Hirn und Rückenmark) reichlich Gelegenheit bietet,[3]) Reize oder Schädigungen, die von irgend einer Stelle der einen Seite herkommen, auf die andere Seite hinüberzuleiten, von dem außerdem derartige diagonale Übertragungen auch sonst in großer Zahl bekannt sind, während kein anderes Organsystem existiert, das die Diagonalseiten mit einander in anatomische Verbindung brächte und darum Diagonalwirkungen der genannten Art vermitteln könnte. Trophische Wirksamkeit im früheren Sinne liegt aber auch hier nicht vor, man wird sich vielmehr vorstellen müssen, daß die Alteration der Nerven an der Verletzungsstelle auf diagonalen Bahnen die vasomotorischen Nerven[4]) der andern Seite so beeinflußt, daß die Blutzufuhr nach dieser Seite hin Un-

---

[1]) P. Jensen, „Das Problem der trophischen Nerven" in Medizin. naturwissensch. Archiv, Bd. 2, 1910, S. 459 bis 495.

[2]) cf. A. Rörig, Archiv für Entwicklungsmechanik, Bd. 11, 1901, S. 299.

[3]) Ich weiß durch liebenswürdige persönliche Mitteilungen außerdem, daß B. Dürken, Assistent am Göttinger zoologischen Institut, eine Arbeit dem Abschluß entgegenführt, die für die Extremitätenbildung von Amphibien den betreffenden Geweihkümmerungen und Deformationen ähnliche Mißbildungen durch Vermittlung des Nervensystems nach Verletzungen unabweislich feststellen wird.

[4]) Vasomotorische Nerven sind solche, die durch Kontraktion oder Schlaffmachen der in der Arterienwand gelegenen Muskeln, das Lumen der Arterien lokal verengern oder erweitern und dadurch die Blutdurchfuhr bestimmen.

regelmäßigkeiten erleidet, und darum auch das von der Blutzufuhr abhängige Formwachstum entsprechende Schädigungen aufzuweisen hat. Eine stärkere Kontraktion der unter dem diagonal übermittelten Reiz etwa stärker als normal kontrahierten Gefäße wird beispielsweise eine geringere Blutzufuhr und hierdurch die Kümmerung der entsprechenden Stange verursachen können u. dergl. m. Auch hier bleibt also die Blutzufuhr als schließlich maßgebender Gestaltungsfaktor, der Nervenreiz wirkt nur indirekt durch Vermittlung der ihm unterstellten Arterien auf die Blutzufuhr ein.

Die Ausgestaltung der Geweihform erscheint somit in letzter Instanz als das gemeinsame Produkt von dem führenden Wachstum der Periostschicht und dem in ihr eingesenkten Verlauf der die Nährsubstanzen zuführenden Blutgefäße; und zwar kann sich die Initiative zur Ausformung dieses gemeinsamen Produktes — das scheint mir von allgemeinerer entwicklungsmechanischer Bedeutung — periodisch verschieben. — Während das an dem Wachstumswirbel zugesetzte neue Material der Periostschicht dem Weiterwachstum der Arterien das Feld bereitet und dabei die Initiative[1]) trägt, kann andererseits, wie die Entstehung der Bindelamellen in der Sprossenbucht zeigt, auch ein Gefäß dadurch die formbildende Initiative temporär und lokal erlangen, daß es in der ihm dargebotenen Gewebemasse selbständig weiterwächst und eine Gefäßanordnung bewirkt, die bestimmten Kolbenstrecken sekundär zu bevorzugter Blutzufuhr und darum bevorzugtem Wachstum verhilft. So verschlingen sich in dem wechselseitigen Wachstumsverhältnis bzw. in verschiedenartiger Wachstumsgeschwindigkeit von Blutgefäßen und Periostschicht die letzten Gründe, welche für die Ausprägung des Einzelgeweihes ebenso wie für diejenige der für die verschiedenen Hirschspezies typischen Geweihformen maßgebend sein müssen.

Auf dieses offenbar bei verschiedenen Hirscharten verschiedene Wachstumsverhältnis[2]) der Blutgefäße einerseits und der Periostschicht anderseits

---

[1]) W. Roux, dem grundlegende Untersuchungen über diejenigen Faktoren, welche die Gestalt und den Verlauf der Blutgefäße bestimmen, zu verdanken sind, sagt in einem von ihm selbst bearbeiteten Abschnitt der auch sonst für unser Thema wichtigen Abhandlung von A. Oppel „über die gestaltliche Anpassung der Blutgefäße unter Berücksichtigung der funktionellen Transplantation“ (Heft X der von Roux herausgegebenen „Vorträge und Aufsätze über Entwicklungsmechanik“, Leipzig 1910): „Das Parenchym wird zunächst neben jeder Kapillare so lange in die Länge wachsen und daher auch die Kapillare durch leichte Dehnungsspannung zu Längenwachstum anregen, als das Parenchym am distalen Ende der Kapillare noch ausreichend von der Kapillare aus ernährt wird“ (loc. cit. S. 88). Diese Verhältnisse gelten allgemein und sind darum auch für die obige Darstellung maßgebend.

[2]) Wollte man die Tatsache, daß bestimmte Hirscharten nur bestimmte, für die einzelne Hirschart charakteristische Geweihe aufsetzen, kurzweg durch „Vererbung“ erklären, so würde man dabei übersehen, daß Vererbung keine entwicklungsmechanische Erklärung, sondern ein „entwicklungsmechanisches Problem“ ist. Es gilt für die Entwicklungsmechanik gerade festzustellen, auf Grund welcher mechanischer Faktoren die Vererbung

näher einzugehen, hätte nur dann Sinn und Wert, wenn außer vollkommen geglückten injizierten Gefäßpräparaten der betreffenden Kolbengeweihe auch eine genaue mikroskopische Untersuchung der Wachstumsdistrikte der verschiedenartigen Kolbengeweihe vorläge, was leider nicht einmal für eine einzige Hirschspezies in ausreichender Weise der Fall ist.

Obgleich somit auch die ersten Gründe für die spezielle Anordnung der in diesem Aufsatz analysierten Geschehnisse zurzeit noch nicht angegeben werden können, so wird doch die gebotene Erörterung der durch den Verlauf der Blutgefäßriefen dokumentierten Wachstumsdifferenzen schon einiges Interesse verdienen.

Unter der wahrscheinlichen — allerdings noch nicht bewiesenen — Voraussetzung, daß sich bei den aufeinanderfolgenden Geweihbildungen eines Hirsches die Wachstumsdifferenz zwischen der Geweihoberfläche und dem Geweihinnern, die bei der Geweihausformung die Hauptrolle spielt, nicht wesentlich ändert, läßt sich voraussichtlich schon aus den abgeworfenen Schmalspießen eines Hirsches erkennen, was von seinen später nachfolgenden Geweihen zu erwarten ist. Es werden sich um so stärkere und sprossenreichere Geweihe[2]) erwarten lassen, je mehr Anzeichen für einen idividuell großen Wachstumskontrast (zwischen Außenfläche und Innenschichten) sich an den abgeworfenen ersten Geweihen schon finden, also je breiter die Basis bei gleicher Länge der Spieße ist; von gleichlangen Spießen werden diejenigen mit der breitesten Basis und stärksten konischen Verjüngung bei sonst gleichen Verhältnissen (gleicher Ernährung, gleicher Bewegungsfreiheit usw.) die verheißungsvollsten sein. Stärker gekrümmte Spieße versprechen mehr als weniger gekrümmte sonst ähnliche; auch starke Verschiedenheit in der Breite der Gefäßrillen läßt eine reiche Gliederung kommender Geweihstufen vermuten. Die Richtigkeit der Voraussetzung könnte durch Vergleich der aufeinanderfolgenden Abwürfe der gleichen Tiere bündig bewiesen werden, wozu mir bis jetzt noch geeignetes Material fehlt.

---

zustande kommt, d. h. wie von ähnlichem Ausgangspunkt her (in unserem Falle Frontalhöcker des Hirschkalbes) durch erst festzustellende mechanische Faktoren wiederum ähnliche spätere Bildungen (in der Sprossenzahl und Verzweigungsform übereinstimmende Geweihtypen) zustande gebracht werden.

[2]) Die oben gegebenen Hinweise beziehen sich nur auf die Form des Geweihes nicht aber auf die Art seiner Verknöcherung. Das Material für die Verknöcherung wird zwar auch von den Arterien zugetragen, es hat aber auf die Formgestaltung keinen Einfluß. Unverreckte oder schlecht vereckte Geweihe sind nicht auf Formfehler, sondern auf Verknöcherungsdefekte zurückzuführen. Auf die Verknöcherungsvorgänge, die ein Thema für sich bilden, kann diesmal nicht mehr eingegangen werden; nur sei hier noch erwähnt, daß die Geweihoberfläche infolge des Blutgefäßreichtums der Periostschicht viel stärker verknöchert als die Innenschichten des Geweihes; sie wird von der dichten Compakta-Knochensubstanz nach dem Hohlsäulenprinzip ausgesteift und stark gemacht, während die Spongiosa-Knochensubstanz im allgemeinen nur in losem Maschenwerk das Innere der Stange füllt.

Der Wald und die Landwirtschaft.

Von Prof. Dr. v. Seelhorst, Göttingen.

Land- und Forstwirtschaft haben das mit einander gemeinsam, daß sie Urproduktionen sind, d. h., daß sie die im und auf den Boden wirkenden Naturkräfte wirtschaftlich in der Weise auszunutzen streben, daß sie die größtmögliche Menge der für den Menschen notwendigen Produkte und zugleich den größtmöglichen Reinertrag von der ihnen zu Gebote stehenden Fläche erzielen; aber sie arbeiten häufig nicht zusammen. Meist stehen der Ackerbau und der Waldbau sich als feindlich einander bekämpfende Brüder gegenüber und nur auf einer gewissen Kulturstufe und unter gewissen äußeren Bedingungen gehen sie brüderlich Hand in Hand.

In den Anfängen der Kultur führt der Mensch einen heftigen Kampf gegen den Wald, wie wir ihn heutzutage noch in abgelegenen Waldgebieten sehen. Der Wald erscheint hier dem Menschen als ein kulturfeindliches Element. Er gewährt ihm nicht die Möglichkeit der Niederlassung. Ackerbau, Handel und Industrie können nicht zur Entwicklung kommen, solange der Wald den Boden bedeckt. Mit Feuer und Axt wird er deshalb vom Menschen bekämpft, der Platz für seine Besiedlung, Platz für den zur Gewinnung seiner Brotfrüchte notwendigen Ackerbau, Platz zur Gewinnung von Viehfutter, Platz für seine Verkehrsstraßen gebraucht.

In diesem Kampf ist der Mensch oft weiter gegangen, wie es seinem dauernden Interesse entsprochen hätte. Die Schädigungen, welche eine Waldverwüstung für die Allgemeinheit haben kann, bestehen besonders in dem durch sie verursachten schnelleren Abfließen der atmosphärischen Niederschläge, welche einerseits leicht Überschwemmungen, andererseits zu starkes Fallen des Wasserstandes unserer Ströme und Flüsse in niederschlagsarmen Zeiten im Gefolge haben. Oft auch hat sich der Mensch durch die Waldverwüstung des ihm erwünschten und notwendigen Schutzes seiner Niederlassungen durch den Wald und ferner der Möglichkeit der Gewinnung des für ihn nötigen Bau-, Nutz- und Brennholzes beraubt.

Erst wenn eine bestimmte Kulturstufe erreicht ist, fängt man an, den Wert des Waldes höher zu schätzen. Das Holz ist seltener geworden, die Nachfrage nach ihm ist dadurch und infolge des immer mehr gestiegenen Bedarfs vermehrt, sein Wert und sein Preis sind infolgedessen gestiegen. So kommt es, daß der Wert der auf der Flächeneinheit, auf dem Morgen, auf dem Hectar seither gewachsenen Produkte des Waldes in vielen Fällen mit dem Wert der auf der gleichen Fläche gewachsenen Produkte des Ackerbaues konkurrieren kann, ja diesen nicht selten übertrifft. Dann beginnt der Kampf des Waldes gegen die Landwirtschaft. Der Grundbesitzer hat sorgfältig zu erwägen, welche Nutzung ihm auf die Dauer den größten Vorteil verspricht, denn sein Ziel ist, wie erwähnt, die Erreichung des größtmöglichen dauernden Reinertrags.

Es kann sich dabei um Anlage von Wald in bisher waldlosen Wirtschaften oder um die Vergrößerung des Waldanteils in Wirtschaften, die schon vorher Wald besaßen, handeln. In beiden Fällen wäre die Landwirtschaft und die Forstwirtschaft in einem Betriebe vereint.

Die Vereinigung beider Betriebsarten hat eine große Menge von Vorteilen im Gefolge. Als der größte derselben ist zu nennen, daß die mit einem Walde verbundene Landwirtschaft einen größeren Arbeiterstand zu halten in der Lage ist als die isolierte Landwirtschaft. In dieser fehlt es unter den heutigen wirtschaftlichen Verhältnissen, in welchen die Dampfdreschmaschine einen großen Teil der früher von den Arbeitern geleisteten Winterarbeit ausführt, häufig an genügender Winterbeschäftigung für die Arbeiter. Und die Folge davon ist, daß diese sich nach anderen Arbeitsgelegenheiten umsehen und dadurch mehr oder weniger der Landwirtschaft verloren gehen. Dadurch ist der Wirtschaftsleiter zur Bewältigung der Sommerarbeit, die mit der Intensität der Kultur an Menge zugenommen hat, genötigt in immer höherem Maße Wanderarbeiter heranzuziehen. Diese sind in volkswirtschaftlicher und besonders in sozialer Hinsicht keine sehr erfreuliche Erscheinung, besonders dann, wenn sie, wie dies meist der Fall ist, der einheimischen Bevölkerung rassenfremd sind. Und brachten sie in den ersten Zeiten, da sie noch weniger stark gebraucht wurden, dem Landwirt, vom privatwirtschaftlichen Standpunkt angesehen, auch große Vorteile, weil sie billiger arbeiteten als die einheimischen Arbeiter und außerdem leichter zu lenken waren, so ist das jetzt anders geworden.

Die Wanderarbeiter erhalten jetzt dieselben Löhne wie die einheimischen und bringen die Wirtschaftsleiter häufig in schwierige Lagen durch Kontraktbrüche. Zudem müssen die Landwirte jetzt mit der Gefahr rechnen, daß, durch irgend welche Verhältnisse bedingt, der Zufluß der Wanderarbeiter plötzlich aufhören und dadurch ihre Wirtschaft zum Stillstand gebracht werden kann.

Ein mit Wald verbundener landwirtschaftlicher Betrieb ist dagegen imstande, die im Sommer von ihm in der Landwirtschaft gebrauchten männlichen Arbeiter im Winter im Forst lohnend zu beschäftigen, denn in diese Jahreszeit fällt die Hauptarbeit im Walde. Durch den das ganze Jahr hindurch gesicherten und gleichmäßigen Lohnverdienst werden aber die Arbeiter an die Scholle gefesselt. Ein fester Arbeiterstamm gewährt den Vorteil der Sicherung zahlreicher Hilfskräfte für die leichtere Sommerarbeit durch Heranziehung der Arbeiterfrauen und Kinder. Und umgekehrt hat auch die Forstwirtschaft, welche mit Landwirtschaft verbunden ist, den Vorteil der leichteren Beschaffung der für sie nötigen Arbeitskräfte.

In ähnlicher Weise wirkt die Verbindung von Land- und Forstwirtschaft nützlich auf die ländliche Gespannhaltung. Die Forstfuhren fallen hauptsächlich in die Zeiten, in welchen die Ackerarbeit ruht. Die Gespanne

und die Knechte können infolgedessen leichter ausgenutzt werden. Sowohl für die Landwirtschaft wie für die Forstwirtschaft wird die Gespannsarbeit dadurch verbilligt. Es ist unter solchen Verhältnissen auch möglich, eine besonders starke Anspannung zu halten. Und dies ist wieder für eine schnelle Durchführung der Bestellungs- und Erntearbeiten, von welcher die Höhe und die Güte der Ernten oft in so hohem Maße beeinflußt wird, wieder von Bedeutung.

Als weiterer wichtiger Vorzug einer mit Wald verbundenen Landwirtschaft ist anzuführen, daß durch sie die Einnahmen des Landwirts gleichmäßiger werden. Wenn auch der Wald hier und da Schädigungen durch Insekten, Wind und Schneebruch ausgesetzt ist, so fehlen doch die bei dem Ackerbau häufiger eintretenden Ernterückschläge, welche durch ungünstige Witterung veranlaßt werden, fast gänzlich. Trockenheit, Nässe und Hagel, welche die Hoffnungen des Landwirts so häufig zu nichte machen, können dem durchschnittlichen Jahresertrag des Waldes nicht schaden. So werden die Einnahmen aus ihm eine große Regelmäßigkeit aufweisen und deshalb dem forstbesitzenden Landwirt einen sicheren Rückhalt gewähren. Aber nicht nur dies; der Wald kann von dem Besitzer bis zu einem gewissen Grade als eine Sparkasse angesehen werden, in welcher ein bestimmtes zinsbringendes Kapital liegt. Sind die Einnahmen aus der Landwirtschaft infolge von Mißwachs oder aus einem anderen Grunde für die Ansprüche des Betriebes oder des Besitzers zu gering oder hat der Besitzer im landwirtschaftlichen Betriebe Kapitalverluste, z. B. durch Viehsterben, erlitten, die ihn zu besonderen Baraufwendungen nötigen, dann ist er in der Lage, in seine Sparkasse, den Wald, zu greifen und nicht nur die laufenden Zinsen aus ihm mittelst des planmäßigen Holzschlags zu entnehmen, sondern auch so viel von den Zinsen eines oder mehrerer Jahre vorweg zu nehmen, wie zur Füllung seiner Kasse notwendig ist. Natürlich muß er dann in den nächsten Jahren die vorweg genommenen Zinsen durch entsprechend verminderten Holzschlag wieder einzusparen bemüht sein, um sein Waldkapital wieder auf die ursprüngliche Höhe zu bringen. Vermag er das nicht, ist er dauernd auf einen über den planmäßigen Einschlag erhöhten Holzverkauf angewiesen, dann zeigt dies, daß die Wirtschaft ungesund ist und daß das Ende der Bankerott sein wird.

Der Nachteil, der bei dem erwähnten Verfahren, der zeitweiligen Vermehrung des Holzschlages dadurch entsteht, daß der Zuwachs nicht ganz ausgenutzt wird, ist viel geringer als der Vorteil, der dem Landwirt dadurch wird, daß er fremde Kapitalien aufzunehmen nicht nötig hat, um seinen Betrieb in normaler Weise fortführen zu können.

Ein weiterer Vorteil erwächst dem Landwirt aus dem Waldbesitz dadurch, daß er durch ihn jederzeit imstande ist, seinen Bedarf an Bau-, Nutz- und Brennholz zu decken. In früheren Zeiten, in welchen die Verkehrs-

verhältnisse ungünstig waren, war aus diesem Grunde der Besitz eines Waldes für den Landwirt fast eine Notwendigkeit. Ein Ankauf von Holz war wegen der schlechten Verkehrsverhältnisse schwierig und kostspielig. Das ist bei uns in Deutschland jetzt allerdings sehr anders geworden. Als Brennmaterial werden heut statt des Holzes, abgesehen vom Torf, vielfach Braun- und Steinkohlen verwandt; die meisten Geräte, die früher in der eigenen Wirtschaft verfertigt wurden, werden gekauft. Das Bauholz wird häufig durch Eisen ersetzt. Das in der Wirtschaft nötige Holz kann leicht und verhältnismäßig billig beschafft werden. Der Wald hat in dieser Beziehung an wirtschaftlicher Bedeutung zweifellos verloren. Aber immerhin ist es auch mit Rücksicht auf den Holzbedarf in der eigenen Wirtschaft für den Landwirt erwünscht, daß er über eine gewisse holzerzeugende Fläche verfügt, umsomehr, je ungünstiger die Verkehrslage seiner Wirtschaft ist. Er wird unabhängiger von den Zufällen des Ankaufs und spart die Transportkosten. Er kann somit seinen Bedarf an Holz billiger decken.

Dazu kommt noch ein Weiteres. Die geringeren Holzsortimente, welche sich bei jeder Durchforstung wie bei jeder Forstnutzung ergeben, haben wegen ihres großen Volumens und wegen ihres geringen Wertes nur eine geringe Transportfähigkeit. Sie bieten aber dem Besitzer ein gutes Mittel, seinen Arbeitern das für ihre Wirtschaften so nötige Brennmaterial, ohne große Kosten seinerseits, billig zu gewähren. Die Abfälle des Waldes wird er ihnen am besten ohne jede Entschädigung überlassen. Die Frauen und Kinder der Arbeiter können durch das Sammeln und Heranschaffen derselben an die Wohnungen einen Teil ihrer sonst unbenutzten Arbeitskräfte verwerten. Durch diese und ähnliche Vergünstigungen, wie z. B. die Erlaubnis zum Pilze- und Beerensammeln, werden die Arbeiter mehr an die Arbeitsstätten gefesselt und so vor der Abwanderung in die Städte abgehalten als durch manche anderen für den Besitzer kostspieligere Maßnahmen.

Schließlich kommen noch die sogenannten Nebennutzungen des Waldes, die Waldweide und die Streuentnahme in Betracht. Beide mit Ausnahme der gelegentlichen Schweinemast sollten in der modernen Landwirtschaft in der Regel ganz fehlen.

In früheren Zeiten hatten beide eine größere wirtschaftliche Bedeutung. Der Holznutzen aus dem Walde war gering. Holz war in größerer Menge vorhanden als wirtschaftlich nötig. Dagegen fehlte es häufig an Futter und Streu für die Nutztiere. Was war natürlicher, als daß man diese im Sommer in den Wald trieb. War die Nahrung, die sie dort fanden, auch nur kärglich, so genügte sie doch zur Produktion der wenigen tierischen Produkte, welche man benötigte oder verwerten konnte. Was wollte dagegen die durch die Weidetiere verursachte Schädigung des Waldes bedeuten. Sie fiel wirtschaftlich nicht ins Gewicht. Und ähnlich war es mit der Entnahme der Waldstreu. Die Landwirtschaft bedurfte ihrer zur

Einstreu in die Ställe, zur Vermehrung des für die Düngung des Ackers erforderlichen Mistes. Ob der Wald dadurch Schaden litt oder nicht, beachtete man nicht oder man ging doch darüber hinweg, wenn man es bemerkte.

Mit der Zunahme des Wertes und damit der Wertschätzung des Waldes fiel die durch die Streunutzung erfolgte Schädigung des Waldes immer mehr ins Gewicht, während anderseits mit der Zunahme der Intensität der Landwirtschaft der Wert beider für die Landwirtschaft immer geringer wurde.

Die Waldweide schädigt den Wald umsomehr, je mehr Jungholz vorhanden ist, weil dieses von den Tieren stark verbissen wird. Die Waldstreu muß dem Walde erhalten bleiben, soll seine Entwicklung nicht in hohem Maße Schaden leiden. Die Gründe für diese von den Forstwirten ganz allgemein und mit Recht aufgestellte Forderung sind zahlreiche.

Zunächst erhält der Wald in der durch den Blatt- resp. Nadelfall erzeugten Waldstreu einen großen Teil der Nährstoffe, welche die Bäume während ihrer sommerlichen Produktion dem Boden entnommen haben, wieder zurück. Das ist deshalb so wichtig, weil der Wald sonst eine Düngung nicht erhält. Die bei der Verrottung der Waldstreu entstehende Kohlensäure wird vom Regenwasser aufgenommen und gelangt mit diesem in die Erde, um dort zur Aufschließung der Mineralstoffe beizutragen. Der Waldhumus ist ferner der Ernährer einer größeren Menge stickstoffsammelnder Bakterien. Und schließlich ist er wie die Waldstreu der Regulator der Feuchtigkeit des Waldes. Sie saugen die Niederschläge auf, schützen sie vor dem schnellen Abfließen und geben sie nur allmählich an den Untergrund ab. Sie sorgen also auch dafür, daß die Waldbäume stets die zu ihrem Wachstum erforderliche Feuchtigkeit erhalten.

Wird dem Walde die Streudecke entzogen, muß er alle durch sie herbeigeführten Vorteile entbehren. Er wird dementsprechend Schaden leiden.

Und dennoch muß die Forderung nach Waldweide und Waldstreu für die Landwirtschaft erhoben werden, wenn sie in dieser einen größeren Nutzen abwerfen würden, als der durch sie dem Wald zugefügte Schaden beträgt. Das ist aber unter unseren heutigen wirtschaftlichen Verhältnissen nur ganz ausnahmsweise der Fall.

Die Waldweide gibt wie erwähnt nur ein kümmerliches Futter. Eine unter den heutigen Verhältnissen wirtschaftliche Produktion durch die Waldweide kann nur in ganz abgelegenen Walddistrikten in Frage kommen. Und für die Waldstreu, welche nur ein ganz schlechtes Streumaterial bildet, gilt das letztere ebenfalls. Allerdings muß erwähnt werden, daß der mit Waldstreu erzeugte Mist infolge seiner geringeren Zersetzungsfähigkeit auf leichtem Boden gewisse Vorteile bringt.

Im allgemeinen aber ist festzustellen, daß nur in ganz abnormen Jahren, in welchen es an Futter und Streumaterial gänzlich fehlt, der rationelle

Landwirt geneigt sein wird, im Interesse seiner Landwirtschaft Forderungen an den Wald zu stellen.

In solchen Fällen wird der Nutzen der Waldstreu in der Landwirtschaft größer sein, als der Schaden, welchen der Forst durch die Entnahme derselben erleidet, vorausgesetzt, daß diese in vernünftiger Weise geschieht.

Ich habe durch die Besprechung von Waldweide und Waldstreu ein Thema angeschnitten, welches noch immer aktuell ist. Noch immer bestehen Waldservitute, welche sich auf Weide und Streunutzung erstrecken, die aber bei einigermaßen fortgeschrittenen Verhältnissen eine Berechtigung nicht mehr haben. Sie sollten, wo sie bestehen, abgelöst werden. Und kann die Landwirtschaft ohne sie nicht bestehen, weil die Bodenverhältnisse zu gering sind, dann soll sie aufgegeben und der Boden dem Waldbau zurückgegeben werden.

Eine Vereinigung von Ackerbau und Waldbau kann, wie aus dem zuerst Angeführten hervorgeht, große wirtschaftliche Vorteile mit sich bringen. Es gilt aber im einzelnen Fall abzuwägen und durch Rechnungen möglichst zu ermitteln, ob in der jedesmal vorhandenen Ausdehnung beider der höchstmögliche Gesamtreinertrag zu erzielen ist, oder ob eine Verschiebung des Verhältnisses zugunsten des einen oder andern angezeigt erscheint. In den Fällen, in welchen beide Bodennutzungen isoliert waren, wird es sich um Klarstellung der Frage handeln, ob nicht eine Vereinigung beider von Vorteil ist und ferner in welchem Verhältnis diese zu geschehen hat.

Betrachten wir den ersten Fall der vorhandenen Vereinigung. Hierbei ist die Bodenrente aus beiden Betriebsarten für die einzelnen Bodenbonitäten gesondert zu untersuchen. Scheint sie für den einen Betriebszweig zu gering zu sein und verspricht die Überführung in den andern eine größere Rente, dann ist zu überlegen, ob die dadurch bedingte Änderung der Arbeitsverhältnisse in Hand- und Gespannarbeit nicht doch zum Nachteil des gesamten Reinertrags ausfällt.

Die Änderungen werden meist entweder in einer Ausdehnung des Ackerbaus auf guten von Wald besetzten Boden durch Waldrodung oder durch Ausdehnung des Waldbaus auf die schlechten Bodenarten bestehen. Im ersteren Fall soll man sich nicht täuschen lassen. Der Waldboden erscheint häufig infolge der durch seinen Humusgehalt und seine größere Feuchtigkeit bedingten dunkleren Farbe besser, als er in Wirklichkeit ist. Man soll ihn deshalb sorgfältig prüfen, ehe man sich zu einer Rodung entschließt. Man soll sich ferner klar machen, daß die Rodungskosten sehr bedeutende sind und daß die Ausdehnung des Ackerlandes meist auch eine Vermehrung des toten und lebenden Inventars und nicht selten auch des Stall- und Scheunenraumes bedingt. Die Rodung wird also einen wirtschaftlichen Nutzen nur dann haben, wenn die Erträge des Ackerbaus so hoch sind, daß sie nicht nur die Erträge des Waldes übertreffen, sondern auch die Zinsen

und Amortisationen der Rodungskosten und der durch die Umwandlung in Acker bedingten Neuanschaffungen und Bauten decken.

Umgekehrt verhält es sich bei den neuen Anschonungen. Diese bringen gar keinen Ertrag, schmälern vielmehr den Gesamtertrag der Gutswirtschaft, einmal durch die Anpflanzungskosten, dann infolge des Ausfalls der geringen Bodenernte, welche der bisherige Ackerbau brachte. Bei der Neuanpflanzung wird also ein Teil des Grundkapitals gewissermaßen auf Zinseszins gelegt. Dieses kann sich nur ein Landwirt leisten, welcher auf eine längere Reihe von Jahren hinaus den jährlichen Reinertrag aus dem betreffenden Boden entbehren und die Auslagen für die Neupflanzungen machen kann. Sein Gut wird zwar wertvoller, aber in den ersten Jahren doch nicht entsprechend dem Zinsausfall, sondern viel langsamer. Erst in einer späteren Zeit erhält er die volle Bodenrente und den Zinseszins für das Grund- und Anlagekapital zurück. Wie diese zu berechnen sind, braucht in einem Aufsatz, der dem Andenken Burckhardts gewidmet ist, nicht ausgeführt werden, da dieser ja die Anleitung dazu in seinen Hilfstafeln für Forsttaxatoren gegeben hat.

Schutz der Buche!

Von Forstmeister **Sellheim.**

Nach langer Pause brachte das Jahr 1909 endlich eine volle Mast, vom Buchenwirtschafter mit Freuden und großen Hoffnungen begrüßt. Manche Enttäuschung ist uns nicht erspart geblieben, trotz großer Sorgfalt und oft erheblicher Geldaufwendungen sind viele Verjüngungen mißglückt. Frost, Mäuse und Finken haben vernichtet, was nicht genügend durch Boden- oder Laubbedeckung geschützt war, unzulängliche Bodenvorbereitung hat in zu dunklen oder zu lichten Beständen den Keimling vergehen lassen.

Da ist es nicht zu verwundern, daß Mancher sich von der mühevollen Buchenwirtschaft abwendet, die viel Geduld und Beobachtung erfordert, und sich der einfacheren, selten versagenden und, wie es den Anschein hat, weit rentableren Nadelholzwirtschaft zuwendet. Wurde der Buchenboden von der IV. Klasse abwärts schon bisher dem Nadelholz zugewiesen, so ist zu befürchten, daß in dieser Richtung bald weiter gegangen werden wird und auch die besseren Böden zum Teil für die Buche verloren gehen. Es ist deshalb nicht unberechtigt, daß Alle, denen das Gedeihen des Waldes am Herzen liegt und die in diesem Übergange eine schwere Schädigung der Zukunft erblicken, für die Erhaltung der Buche eintreten, selbst auf die Gefahr hin, für den nicht neuen Gegenstand wenig Gehör zu finden.

Bei der Überführung zum Nadelholz haben wir zwei Gruppen von Beständen auseinander zu halten, diejenigen, welche in vollem Umfange einem anderen Betriebe zugeführt werden und solche, in denen die mehr

oder weniger großen Flächen schlechten Bodens dem Nadelholz anheimfallen sollen. Bei ersteren ist mit einem Schlage alles aufgegeben, bei letzteren ist der Verlust ein allmählicher, verschleierter, über kurz oder lang aber doch den ganzen Bestand umfassender. Vom Horst, vom Band aus frißt sich die Fichte immer mehr hinein, jede neue Wirtschaftskarte wird schwärzer und bald ist das Braun vollkommen verschwunden. Diese horstweise Einsprengung der Fichte, die in Nachbesserungen unserer Buchenbestände ein weites Feld einnimmt, ist für die Erhaltung der Buche verhängnisvoll. Auf den meist feuchten und flachgründigen Stellen wirft der Wind im Stangenholzalter die Fichte, wenn sie nicht rotfaul wird und genutzt werden muß. Die entstandene Blöße, die kaum oder nur mit Schwierigkeit und unvollkommen wieder in Bestand zu bringen ist, versumpft, die Versumpfung schreitet über die Ränder hinaus weiter, der angrenzende Buchenbestand geht im Wuchse zurück und ist für die Verjüngung verloren.

Die Flächen, welche dem Nadelholz zugewiesen werden sollen, haben der Buche seit Jahrtausenden als Standort gedient, sie sind von dieser aus eigener Kraft erobert. Das wäre der Buche nicht gelungen, wenn die Flächen auf die Dauer anderen Holzarten ein besseres Gedeihen gewährleistet hätten, ihr Schattenerträgnis allein hätte der Buche nicht zum Siege verholfen. Wenn sie jetzt an vielen Stellen ein kümmerliches Dasein fristet, so ist nicht sie oder der ursprüngliche Standort daran Schuld, sondern meist wirtschaftliche Eingriffe verschiedenster Art, die, aus Unkenntnis oder unter dem Zwang der Verhältnisse durchgeführt, tiefeingreifende Schädigungen hervorgerufen haben: Weide, Streunutzung, Entwässerungen, Freistellungen an Bestandesrändern und anderes mehr. Wind und Sonne erhielten freien Zutritt, auf dem kahlen, durch Algen abgeschlossenen Boden floß das Wasser schnell ab. An anderen Stellen bildete sich Trockentorf, auf ihm siedelte sich die Heidelbeere an, der die Heide folgt, deren „Rohhumus als eine der für die Kultur ungünstigsten Humusformen gilt".[1]) Der Boden wurde durch die Auswaschung nährstoffärmer, der Mangel an Salzen vernichtete die Krümelstruktur, die Wasser- und Luftbewegung im Boden wurde geschädigt, die Regenwürmer und Bakterien verschwanden.

Werden wir diesem ungünstigen Bodenzustand durch Übergang zum Nadelholz abhelfen? Inwieweit die chemische Zusammensetzung beeinflußt wird, ist schwer zu entscheiden. Die Ansprüche der Fichte und besonders der Kiefer an den Mineralstoffgehalt des Bodens sind ja geringer als die der Buche, dem gegenüber mag aber darauf hingewiesen werden, daß die von der Buche genutzte Bodenschicht eine mächtigere ist, und das, was der Buchenbestand durch seine Abfälle dem Boden wiedergiebt, zum Teil aus größerer, von der Fichte nicht genutzter Tiefe heraufgeholt wird.

---

[1]) Ramann, Bodenkunde, 3. Aufl., S. 197.

Aber die chemischen Zusammensetzung ist es ja nur zum Teil, die die Minderwertigkeit, die geringe Produktionskraft des Bodens bedingt. Es sind vielmehr, in vielen Fällen sogar ausschließlich, die physikalischen Eigenschaften, die so stark gelitten haben. Und die werden durch das Nadelholz sicher nicht günstig beeinflußt. Wo die Fichte dem lückigen Buchenbestande gefolgt ist, mag als Wirkung des Schlusses zuerst eine Besserung eintreten. Nach und nach aber findet sich infolge der schweren Zersetzbarkeit ihrer Nadeln eine schnell fortschreitende Rohhumusbildung, viel stärker als sie der frühere Buchenbestand aufwies, und von Umtrieb zu Umtrieb wird der Schaden größer. Nimmt auf leichteren Böden die Kiefer die Stelle der Buche ein, so schreitet die meist vorhandene Verödung noch schneller weiter. Unter ihr kann die Heide schon in jugendlichem Alter den Boden wieder erobern und nach vielleicht kurzer Besserung während des ersten Dickungsalters an der Bodenvernichtung weiter arbeiten.

Mag man dem Nadelholzanbau noch so optimistisch gegenüberstehen, eine Besserung kranker Böden durch ihn wird niemand behaupten können. Aber wie ist zu helfen? Einzig durch Erhaltung der Buche, wo sie noch vorhanden, durch Rückkehr zu ihr, wo wir sie vertrieben. Und gerade auf den schlechtesten Böden brauchen wir sie am nötigsten, gute können schon eher eine Mißhandlung ertragen.

Es wird gewiß niemand annehmen, daß ich dem reinen Buchenbetriebe das Wort reden will, besonders auf den schlechten Böden, aber die Grundlage der Wirtschaft soll die Buche sein, die „in ihrem Speicher für mancherlei Gäste Nahrung hat".[1]) Ramann sagt in seiner Bodenkunde: Die Verdrängung von reinen Laubhölzern und gemischten Beständen durch Fichten hat unter dem Einfluß des Menschen große Ausdehnung erreicht und schreitet bei schlechter Forstwirtschaft rasch fort! Sorgen wir dafür, daß man uns diesen Vorwurf nicht machen kann.

Im Buchengrundbestande soll das Nadelholz in Einzelmischung wachsen, durch ihn genährt und gefördert werden und mit ihm, bei richtiger Behandlung, die günstigste Humusbildung, die des gemischten Bestandes, erzeugen. Nur so wird es möglich sein, diese Böden zu bessern und gesund zu erhalten und dauernd auf ihnen Bestände zu erziehen, die nicht, wie die reinen, mit jedem Umtrieb schlechter werden.

Die Frage der Mischung von Buche mit Nadelholz ist viel behandelt. Die Wünsche betreffs des Mischungsverhältnisses gehen oft weit auseinander. Meines Erachtens soll erster Grundsatz sein: Die Buche muß in solcher Stellung und Masse vorhanden sein, daß sie im hiebsreifen Alter des Bestandes wieder eine volle Buchenverjüngung gewährleistet! Und das ist nur bei einem gleichmäßigen Buchengrundbestand der Fall. Geringe Bei-

[1]) Burckhardt, Aus dem Walde, Heft 3, S. 191.

mischungen im Jungwuchs selbst von einigen Zehnteln der Pflanzenzahl verschwinden im Dickungsalter, quälen sich vielleicht bis ins Stangenholzalter hinein und geben niemals masttüchtige Stämme, wenn ihnen nicht zeitig und ständig geholfen wird. Und darauf soll sich niemand verlassen, daß die späteren Wirtschafter jahrzehntelang genau das tun, was wir beabsichtigt haben, die Anlage muß klar sein und sich zur Not allein durchhelfen.

So ist es auch ein schöner Gedanke, Buchenverjüngungen dicht mit Fichten zu durchpflanzen, um diese später als Weihnachtsbäume oder schwache Stangen zu nutzen. Gefährlich ist das immer und recht oft nicht einmal rentabel. Aber wie man es auch anfange, Grundbedingung soll die volle Buchenverjüngung sein, nicht so eine, bei der man die Lücken zur Einbringung des Nadelholzes benutzen will und muß. Nichts soll unbesamt bleiben, nicht der schlechte verheidete Kopf, nicht die nasse Senke, gerade ihnen ist die Hauptaufmerksamkeit zuzuwenden, wenn nötig, Bodenbearbeitung und Wasserregulierung vorzunehmen. Aber nicht erst, wenn das Mastjahr da ist! Dann soll der Boden im ganzen Bestande so sein, daß der Wirtschafter mit Sicherheit auf volles Gelingen rechnen darf.

In diesen Grundbestand ist das Nadelholz im Einzelstand einzubringen. Welche Holzart, ob Saat, ob Pflanzung, welches Material, wann, das sind Fragen, die sich nicht allgemein beantworten lassen, der Wirtschafter wird in seinem Revier Bestandsbilder im Stangenholzalter, wenn auch nur in geringer Ausdehnung, finden, die ihm einen Fingerzeig für die richtige Wahl geben können. In der Oberförsterei Gahrenberg hält sich die Buche noch bis zum 60. Jahre gut entwicklungsfähig zwischen Fichten, die 7 bis 8 m von einander entfernt stehen, doch ist dies die äußerste Grenze. Berücksichtigt man nun, daß doch immer einzelne Pflanzen verloren gehen, so wird die Entfernung von 6 bis 7 m im □ für Fichte als Regel zu betrachten sein, also ungefähr 200 bis 250 Stück auf den Hektar kommen. Wählt man die lichtkronigere Kiefer oder Lärche, oder mischt man beide Holzarten mit der Fichte, so wird man den Verband etwas herabsetzen können. Ob die Fichte die Buche überholt, mit ihr Schritt hält oder vielleicht zuerst der Hilfe bedarf, wird die zu treffenden Wirtschaftsmaßregeln beeinflussen. Jedenfalls ist vom Stangenholzalter ab darauf acht zu geben, daß eine Anzahl Buchen zu guter Kronenentwicklung kommen, damit sie bei der Verjüngung reichlich Mast tragen können. Hierzu sind nicht allzu viel Stämme erforderlich, die Buchel fällt ziemlich weit. Daraus darf aber nicht der Rückschluß gemacht werden, daß es nur einer geringen Buchenbeimischung bedarf, um das Ziel zu erreichen. Einmal wäre damit der wohltätige Einfluß der Buche auf den Boden und die Vorteile der Einzelmischung zum Teil aus der Hand gegeben, und dann ist die Gefahr zu groß, daß diese wenigen Buchen vollkommen verloren gehen. Die Vereinzelung der Buchen,

der Aushieb aller für die Verjüngung nicht erforderlichen Stämme im starken Stangenholzalter bietet den weiteren Vorteil, daß der zu erwartende starke Lichtungszuwachs den Nutzholzstämmen zu gute kommt.

Bei der Verjüngung des Bestandes ist wieder auf eine volle Buchenverjüngung hinzuarbeiten, die nötigenfalls durch Bodenbearbeitung erzwungen werden muß. Man mache nicht den Einwand, daß diese mit zu großen Kosten verbunden sei. Nach meinen Versuchen werden diese überall, wo es sich um Nutzstämme handelt, durch Zuwachssteigerungen im Altbestande reichlich wieder eingebracht, und dem Samen wird ein Keimbett geschaffen, der jungen Pflanze ein Bodenzustand geliefert, der spätere Nachbesserungen vollkommen ausschließt. Es wird sich außerdem die Fichte leicht zwischen den Buchen ansiedeln und ist nur für ihre richtige Verteilung durch Aushieb zu sorgen. Am zweckmäßigsten würden diese Bodenbearbeitnngen während der ersten Periode dreimal in Zwischenräumen von vielleicht fünf Jahren durchzuführen sein, doch wird sich dies bei dem jetzigem Stande unserer Bearbeitungsmethoden nur selten erreichen lassen.

Die Frage des Ertrages darf natürlich nicht unbesprochen bleiben. Können derartige Bestände mit 200 Nutzstämmen Erträge geben, wie reine Fichtenbestände? Ein Beweis läßt sich mangels Vergleichsmaterials nicht erbringen. Daß diese 200 Stämme den 200 besten des reinen Bestandes an Gesundheit, Masse und Wert weit überlegen sein werden, vorausgesetzt, daß ihnen nötigenfalls durch rechtzeitige Trockenästung die erforderliche Stammpflege zuteil wird, das dürfte niemand bezweifeln, der die einzelständige Fichte im Buchenbestande gesehen hat. Und ähnlich ist es bei Lärche und Kiefer. Mag auf den besten Böden, für die bei reiner Fichtenwirtschaft wenigstens vorläufig ein Nachlassen der Produktionskraft nicht zu fürchten ist, die Frage nach der größeren Rentabilität berechtigt sein, bei den hier hauptsächlich in Betracht kommenden schlechten Böden darf sie erst an zweiter Stelle stehen. Aber ich bin fest überzeugt, daß sie überall, auch schon im ersten Umtriebe nach der Umwandlung, zugunsten des Mischbestandes zu beantworten ist, in den späteren Umtrieben wird der Vorzug desselben in noch größerem Maße hervortreten.

Die größten Schwierigkeiten bei Begründung derartiger Mischbestände werden die Böden mit hoher Buchen- oder Heiderohhumusauflagerung bereiten, hier ist eine durchgreifende, auf einen längeren Zeitraum sich erstreckende Behandlung nicht zu umgehen. Dabei ist stets im Auge zu behalten, daß der Rohhumus der Besserung der chemischen und physikalischen Eigenschaften des Bodens dienstbar zu machen ist. Wie wir ihn in unseren Kämpen nach sachgemäßer Kompostierung vielfach als Düngemittel benutzen, so wird auch im Bestande sein Wert in dieser Hinsicht nicht zu unterschätzen sein. Bei Mischung mit dem Mineralboden wird ferner seine wasserhaltende Kraft von günstiger Wirkung sein, die feste Lagerung wird der Krümel-

struktur weichen, die Durchlüftung und Wasserführung werden besser und all das wird zuletzt das Anschlagen der Verjüngung sichern.

Wie das am einfachsten und billigsten erfolgreich durchzuführen, das allerdings ist eine Frage, die wir augenblicklich noch nicht in der Lage sind, zu beantworten. Die Behandlung des Rohhumus ist eine schwierige Aufgabe, deren Lösung nur durch umfangreiche, zielbewußte Versuche möglich ist, die aber gelöst werden muß, wenn wir nicht große Flächen schlechter Buchenböden dem Nadelholz und damit weiterem Rückgange preisgeben wollen. Daß mit kleinen Mitteln so große, auf lange Zeit zurückreichende Schäden sich nicht abstellen lassen, das müssen wir uns von vornherein sagen, wollen wir etwas erreichen, so dürfen wir Mühe und Geld nicht scheuen. Die Versuche haben uns den gangbarsten und billigsten Weg zu zeigen.

Daß wir im ersten Umtriebe des Buchen- und Fichtenmischwaldes die gegenüber einem Kahlhieb mit nachfolgender billiger Fichtenpflanzung nötig werdenden Mehrkosten wahrscheinlich nicht herauswirtschaften werden, darf uns nicht abschrecken. Wir müssen die Ausgaben als eine Kapitalsanlage betrachten, gewissermaßen eine Neuerwerbung, wo frühere Wirtschaft mit oder ohne Schuld Verluste herbeigeführt hat, das sind wir unseren Nachkommen schuldig.

Wir sprechen so viel von Nachhaltigkeit der Wirtschaft und suchen sie durch genaue Massen- und Zuwachsermittlung, durch vorsichtige Abnutzung oder durch Reserven zu gewährleisten. Grundlage aller Nachhaltigkeit aber und viel wichtiger als richtige Verteilung der Massen ist eine gute Bodenwirtschaft, die Erhaltung bzw. Besserung der Bodenkraft, das sollten wir nicht nur in vorliegendem Falle, sondern überall (Kahlschlag!) beherzigen.

Druck von Emil Dreyer's Buchdruckerei, Berlin SW.



